

走行車輛の振動解析について

桑江和夫* 左海孝之**

The Analysis of Vibration of Running Rolling-Stock

By Kazuo Kuwae and Takashi Sakai
Kasado Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The outcome of the measurement of vibration of running rolling-stock provides an important datum when properly handled for the analysis of the vibration, but no satisfactory methods of treating such result have been made available to date.

In this report, presented by the writers as their first attempt, the analytical result of vertical vibration of running rolling-stock by means of periodgram is discussed in the light of the statistics and the dynamics. As a conclusion, the writers assert that the external force giving rise to vibration is caused by the deformation of rail which takes a form of sine wave with a length equivalent to one half of the rail length, and that the amplitude of wave has almost constant value at any speed of running.

Although the above is based on the result of one experiment and the writers feel the necessity of further analytical experiments to give more solid foundation to their conclusion, they believe that their method holds a best adaptability to the vibration analysis.

〔I〕 緒 言

走行車輛の振動測定結果の取纏め方法には、現在のところ二通りの方法があるが⁽¹⁾⁽²⁾、いずれも解析方法としては完全なものとはいえない。すなわち振動解析という点を重視して考えれば、それはあくまでも振動の原因を明確にする必要があるわけである。しかるに在来の方法は単に固有振動数を求める方法であつたり、強制力の波長を求める方法であつたりして、実際に強制力の大きさやランダムな強制力の取扱については考えられていない。

そこで筆者らは一つの方法として時系列論を応用することを考えた。時系列を振動に応用したものとしては、Phillip のサーボメカニズムに関するものがあり⁽³⁾、M. G. Kendall が “The Advanced Theory of Statistics” のうちで不規則な凸凹のある路面上を走る自

動車の振動に時系列論を応用したらよいということ述べている。

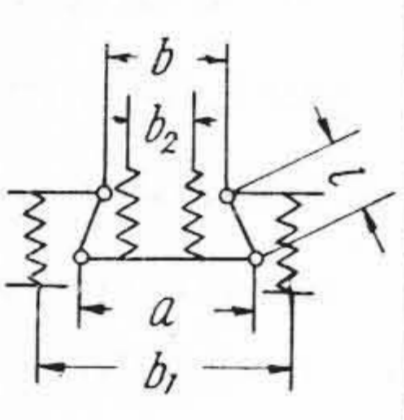
本報告においては鉄道車輛の上下振動波形を時系列と考えその波形の中複合調和波に関するものについて解析した結果に関して述べる。

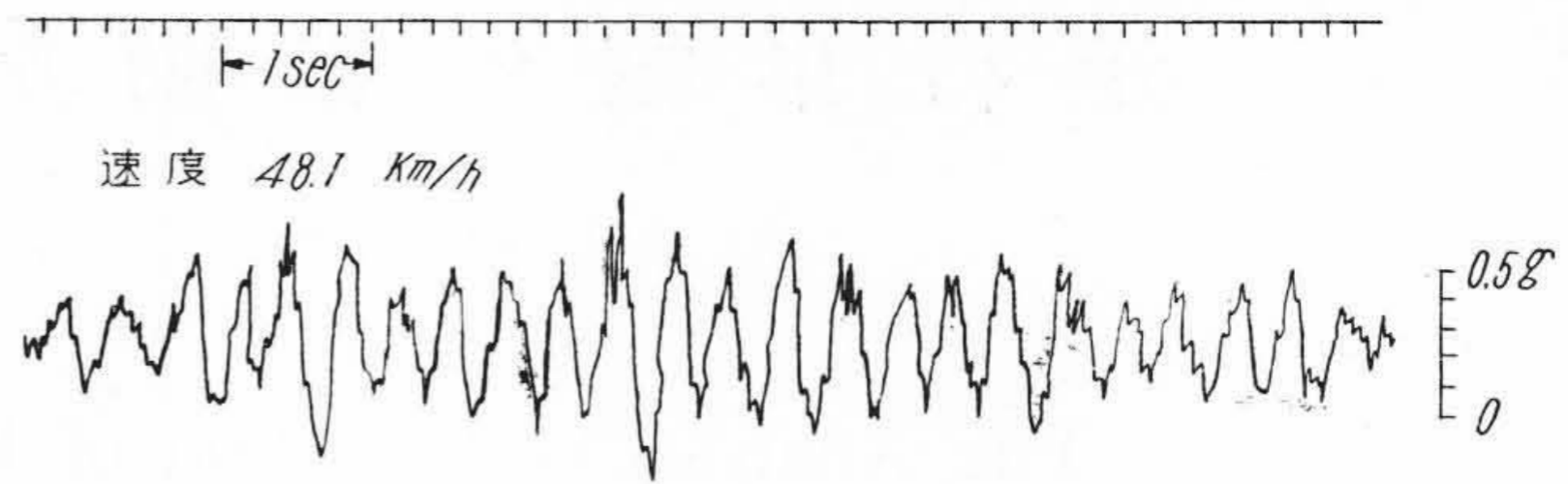
〔II〕 振動波形の自己相関函数

車輛振動波形を定常時系列と考えて、まずその自己相関函数を計算して見る。振動波形としては、西鉄戸畑線で行つた振動試験において日明→中原間の区間試験の中から 120 m の区間を選び出した。この区間の選択には区間試験中よく振れている場所を選んだ。供試車輛は第 1 表 (次頁参照) に示すような要目のものである。測定器は梅北式 DV-3 型振動加速度計を用い、車輛の心皿上床面において計測した。第 1 図がこの 120 m の区間の振動波形の例である。これらの波形について 0.02 秒ごとにコンパレータで波形の高さを読んだ。しかして簡単な

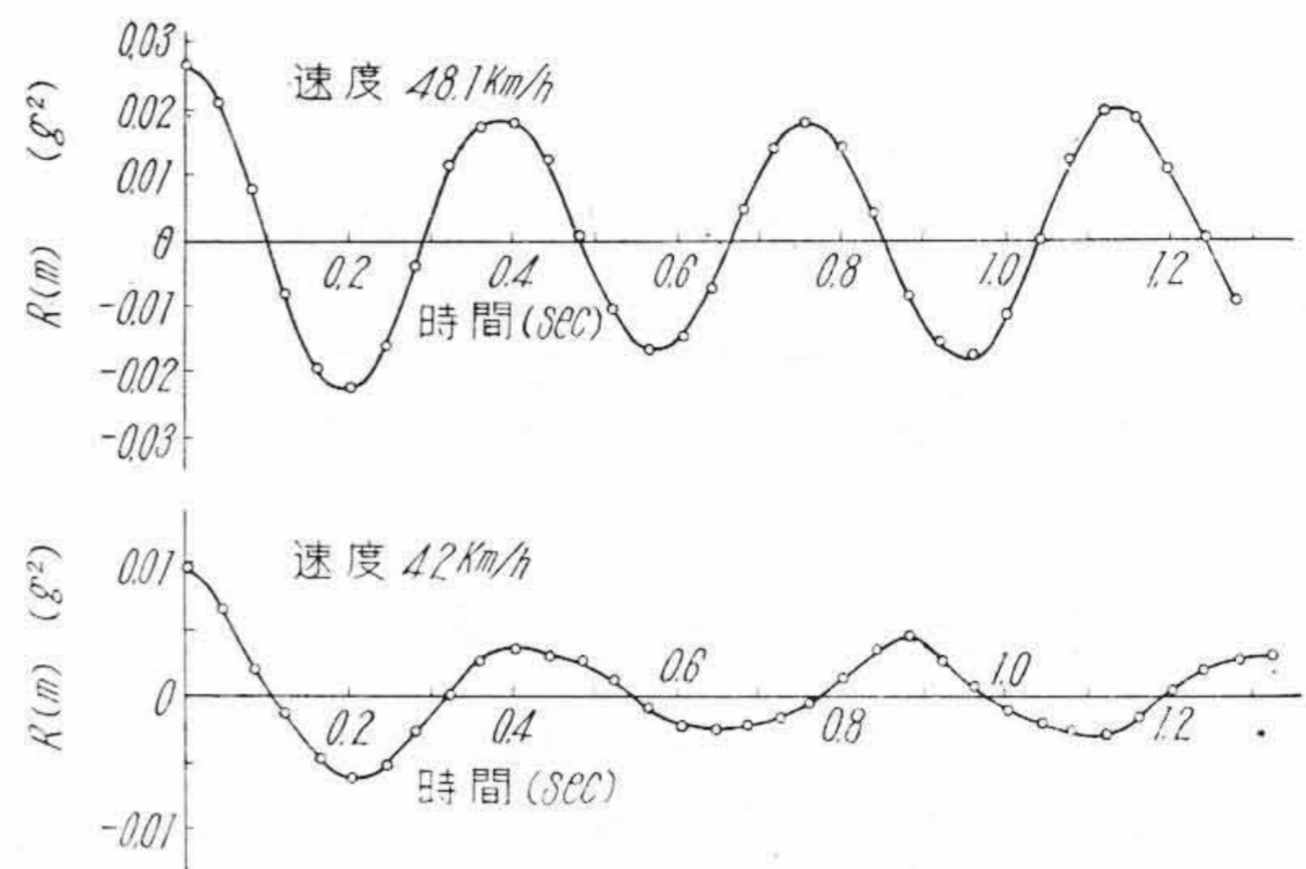
* ** 日立製作所笠戸工場

第 1 表 供試車輛要目表
Table 1. Specifications of Test Vehicle

車 種		供 試 車
車 体	長 (mm)	11900
	巾 (mm)	2286
	高 (mm)	3230
	心皿間距離 (mm)	5180
	床面高 (mm)	820
軌 間	(mm)	1435
軸 距 離	(mm)	1372
車 輪 直 径	(mm)	660
バネ常数 (Kg/mm)	軸バネ (1 box)	80
	枕バネ (片側)	250.4
	台車片側剛性	976
	a	1300
	b	1200
	b ₁	1797
	b ₂	1300
	有効長 l	450



第1図 振 動 波 形
Fig.1. Wave of Vibration



第2図 自 己 相 関 函 数
Fig.2. Auto-Correlation Function

ため算術平均の高さを基準にして、この基準よりの波形の偏位量を x_1, x_2, \dots, x_N とすると自己相関函数 $R(m)$ は

$$R(m) = \frac{1}{N-m} \sum_{n=1}^{N-m} x_n x_{n+m} \dots \dots \dots (1)$$

となる。この近似計算はデータの存在する区間長の約 $\frac{1}{5}$ まで適用されるので、第1図の速度 48.1 km/h の場合には約 1.8 秒まで有効であり、以下速度の遅くなるにしたがつて近似式の適用長さが長くなる。第2図はかくしてえられた振動波形の自己相関函数の1例である。これからわかることは自己相関函数が減衰しないことである。

したがって

$$x(t) = \sum_{i=1}^n (A_i \cos \lambda_i t + B_i \sin \lambda_i t) \dots \dots \dots (2)$$

ただし A_i, B_i は確率常数なる複合調和波を含むことがわかる。

〔III〕 ペリオドグラムによる解析

前述のごとく振動波形は、複合調和波を含むことがわかつたので、これについて検討を加えて見た。かゝる複合調和波を含むときの自己相関函数は $m \rightarrow \infty$ のとき、 $R(m) \rightarrow 0$ とならないことで、この複合調和波の完全な分離は一般にペリオドグラムによる。

ペリオドグラムは

$$\left. \begin{aligned} a_N(\lambda) &= \frac{2}{N} \sum_{j=1}^N x_j \cos \lambda j \\ b_N(\lambda) &= \frac{2}{N} \sum_{j=1}^N x_j \sin \lambda j \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

とするとき

$$S_N^2(\lambda) = a_N^2(\lambda) + b_N^2(\lambda) \dots \dots \dots (4)$$

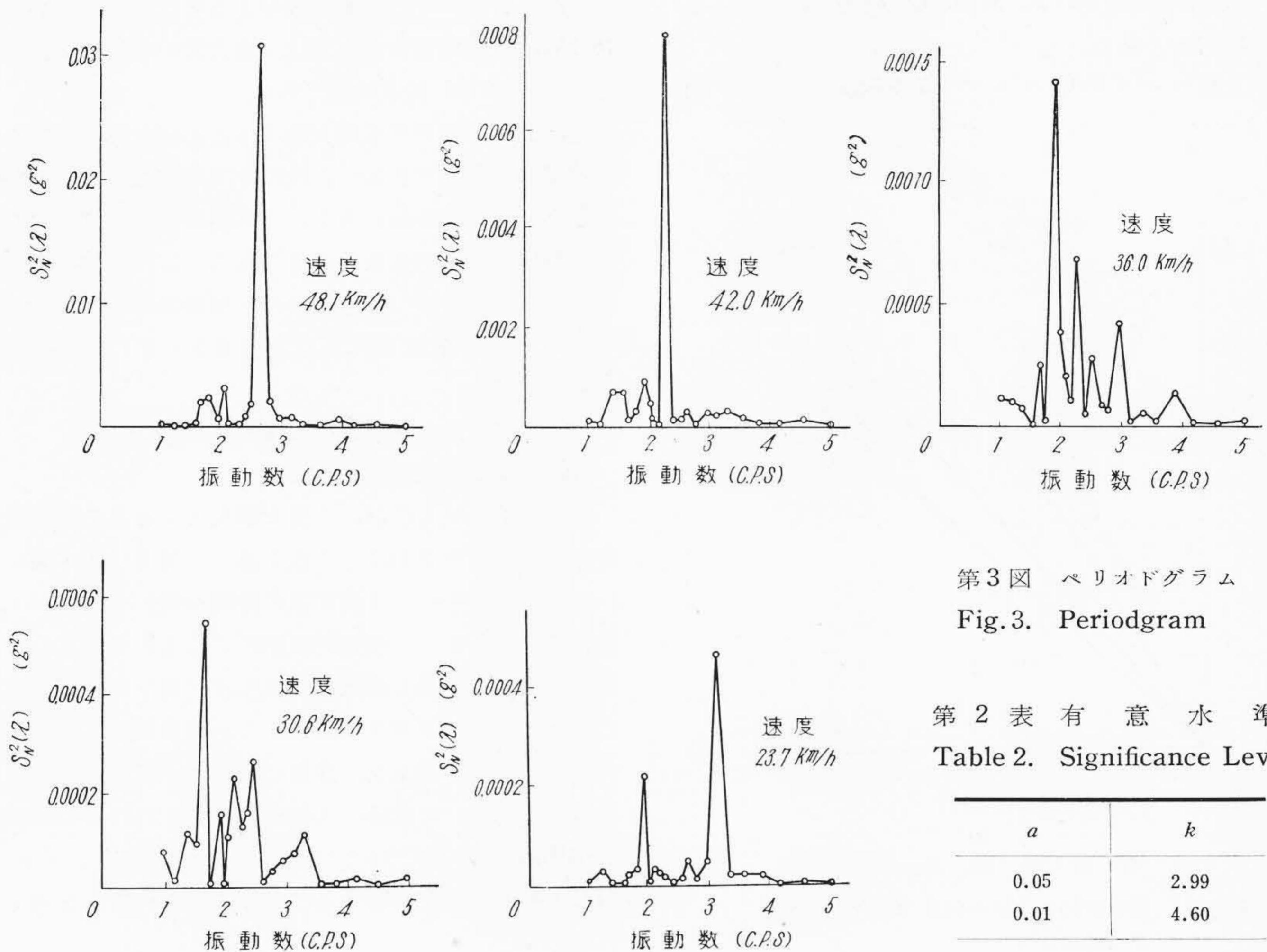
によつて求められる。実際には $S_N^2(\lambda)$ を求めるにはつぎの方法によつた。(4) すなわち前述のごとく 0.02 秒ごとに読んだ波形の算術平均よりの高さを $x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$ とすれば

$$\left. \begin{aligned} x_1 \quad x_2 \quad x_3 \dots \dots \dots x_\mu \\ x_{\mu+1} \quad x_{\mu+2} \quad x_{\mu+3} \dots \dots \dots x_{2\mu} \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ x_{(\rho-1)\mu+1} \quad x_{(\rho-1)\mu+2} \quad x_{(\rho-1)\mu+3} \dots \dots \dots x_{\rho\mu} \end{aligned} \right\} \dots (5)$$

計 $m_1 \quad m_2 \quad m_3 \dots \dots \dots m_\mu$

$\rho\mu$ は波形測定の数 N にできるだけ近い値をとる。そうすると

$$a_N(\mu) = \frac{2}{\rho\mu} \left(m_1 \cos \frac{2\pi}{\mu} + m_2 \cos \frac{4\pi}{\mu} + \dots \dots \dots m_\mu \cos \frac{2\mu\pi}{\mu} \right) \dots \dots \dots (6)$$



第3図 ペリオドグラム

Fig.3. Periodogram

第2表 有意水準
Table 2. Significance Level

a	k
0.05	2.99
0.01	4.60

となり、同様に

$$b_N(\mu) = \frac{2}{\rho\mu} \sum_{j=1}^{\mu} m_j \sin \frac{2\pi j}{\mu} \dots\dots\dots (7)$$

で表わされ(4)式によつてペリオドグラムを求めうる。周期は 0.02μ 秒で表わされるから、 0.02μ 秒の周期の強さが求められる。第3図は $\mu=10\sim 50$ において $S_N^2(\lambda)$ を縦軸、 $\frac{1}{0.02\mu}$ すなわち振動数を横軸にして上述の方法で求めたものである。

〔IV〕 ペリオドグラムに対する検討

(1) 極大値をとる μ の値の信頼性

ペリオドグラムを画くことはその極大値を取る 0.02μ の値を正弦波の周期と考えるためであるが、都合の悪いことに極大値をとる 0.02μ の値のすべてが正弦波の周期とはならぬことである。一時系列の偶然的、ばらつきによつて周期項以外の μ においても極大値をとる。しかるにそれに対する推計学的考察は現在のところ完全ではない。それ故どの極大値を有意と考えるべきかについての正確な検討方法は見当らない。しかし全然ない訳ではなく不完全ながらその有意性を検討する方法が考えられている。すなわち K. Stumpff⁽⁵⁾ によると、時系列が定常で純偶発的ならば、 x_n が正規分布にしたがうか、または N が大ならば

第3表 第2図における $4.6 \frac{4\sigma^2}{N}$ の値

Table 3. The Value of $4.6 \frac{4\sigma^2}{N}$ in Fig. 2

速度 (km/h)	σ^2	N	$\frac{4\sigma^2}{N}$	$4.6 \frac{4\sigma^2}{N}$
48.1	0.02657	465	0.000228	0.00105
42.0	0.009562	539	0.0000707	0.000325
36.0	0.004265	644	0.0000265	0.000122
30.6	0.002485	672	0.0000149	0.0000675
23.7	0.001592	996	0.0000064	0.0000295

$$P_r \left\{ S^2 > k \frac{4\sigma^2}{N} \right\} = e^{-k} = a \dots\dots\dots (8)$$

すなわち a の値がきまれば k の値がきまる。この確率 a の 5%、1% の値に対する k の値は第2表のごとくなる。

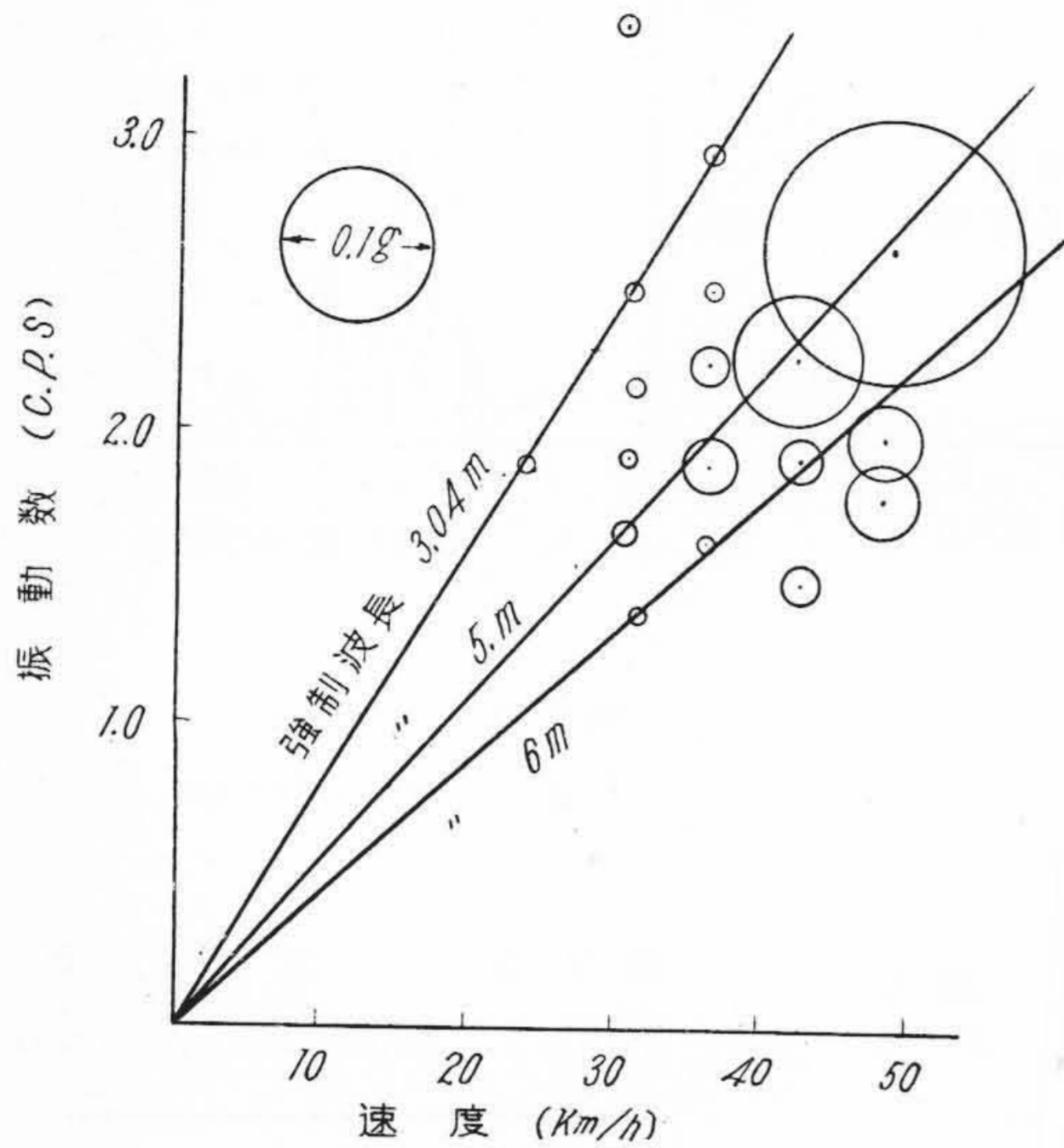
また Walker が指摘しているように⁽⁶⁾ 一時系列から m 箇の $S_N^2(\mu)$ を求めたとき、任意の $k > 0$ に対してその m 箇の $S_N^2(\mu)$ のうち少なくとも1箇が $k \frac{4\sigma^2}{N}$ を越える確率は

$$1 - (1 - e^{-k})^m$$

に等しい。また小河原氏は F 検定を用いることを提案されている⁽⁵⁾。本報告においては、推計学的検討は簡単にして、力学的な考察を主として試みることにする。した

がつて統計的な検討は K. Stumpff の方法によつて信頼性を検討して見る。

系列分散は $\sigma^2 = R(0)$ であつて第 2 図における σ^2 な



第 4 図 速度—振 動 数 関 係
Fig. 4. Relation between Speed and Frequency

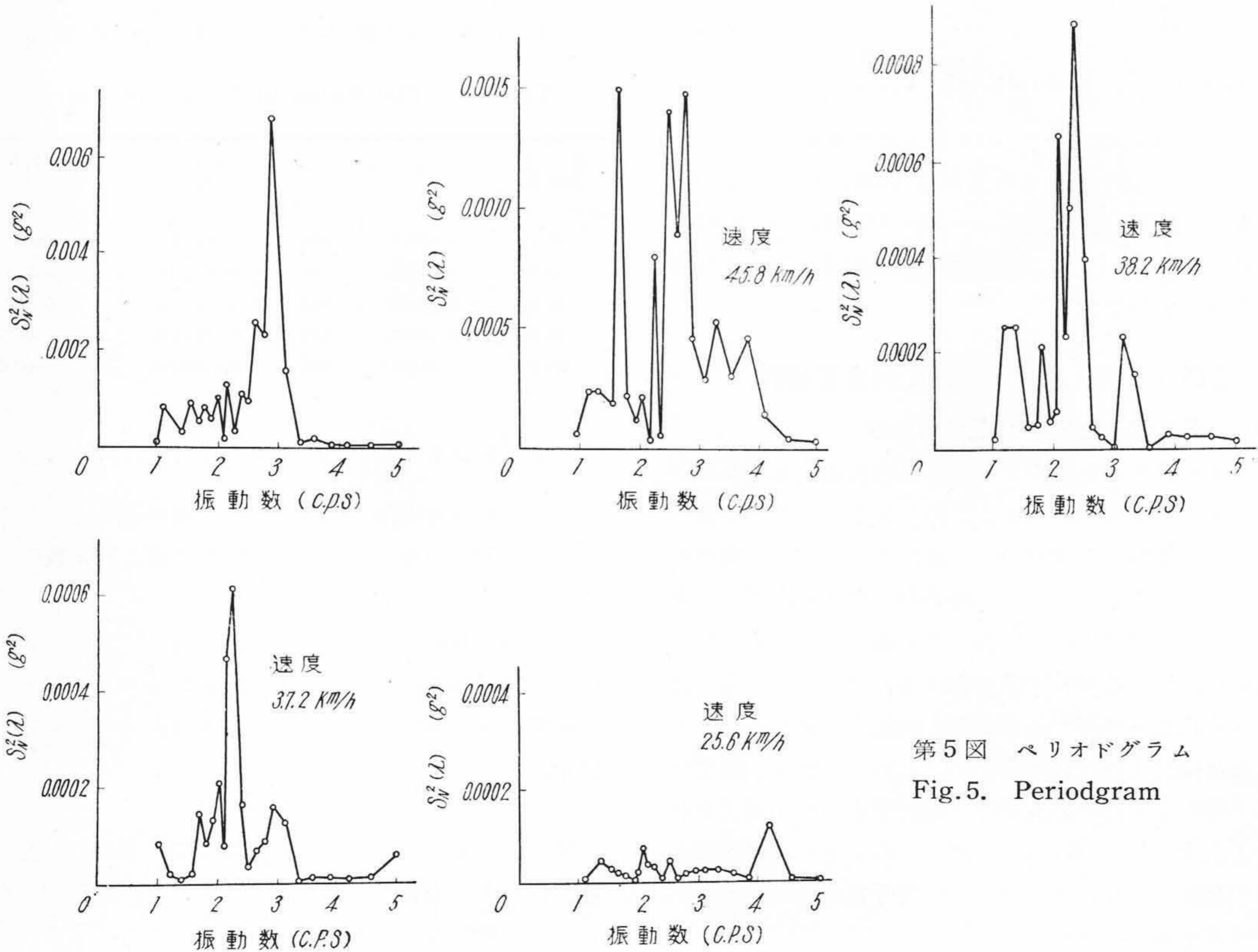
らびに N を表にすれば第 3 表のようになる。したがつて 48.1 km/h の場合については、極大値の大部分は有意となる。(0.00105 以下は捨てる)

他の速度の場合でも極大値はほとんどみな有意であつて大部分は棄却できない。特にかゝる検定において問題となるのは速度の遅い方で、極大値が沢山できるがこの検定が統計的に行えないことである。これは始めに述べた他の二方法を使つてもほとんど同様である。したがつて一応かゝる極大値はみな有意であるとして車輛振動を考えて見る。

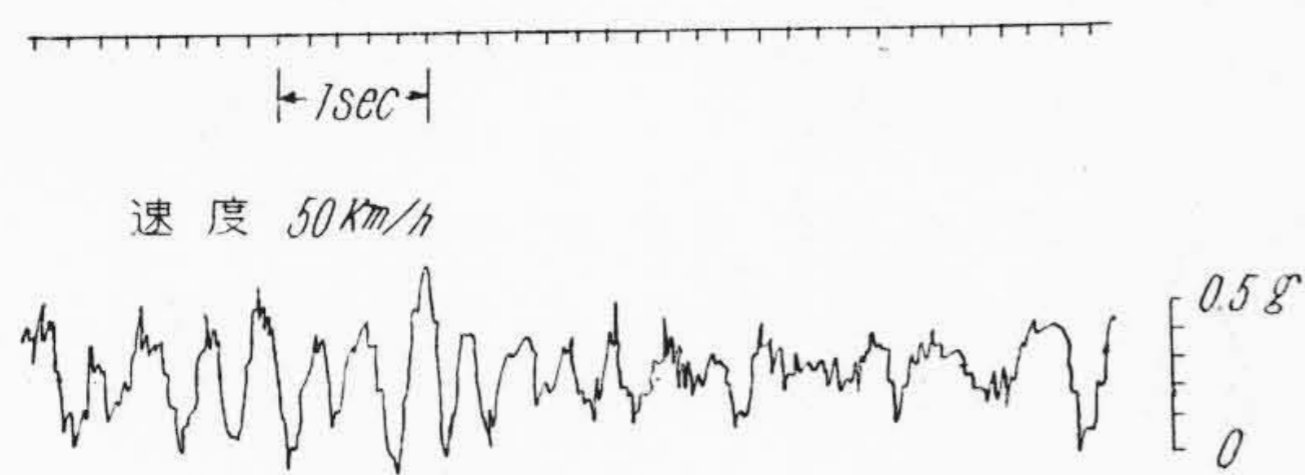
(2) ペリオドグラムの力学的検討

(A) 速度と振動数との関係

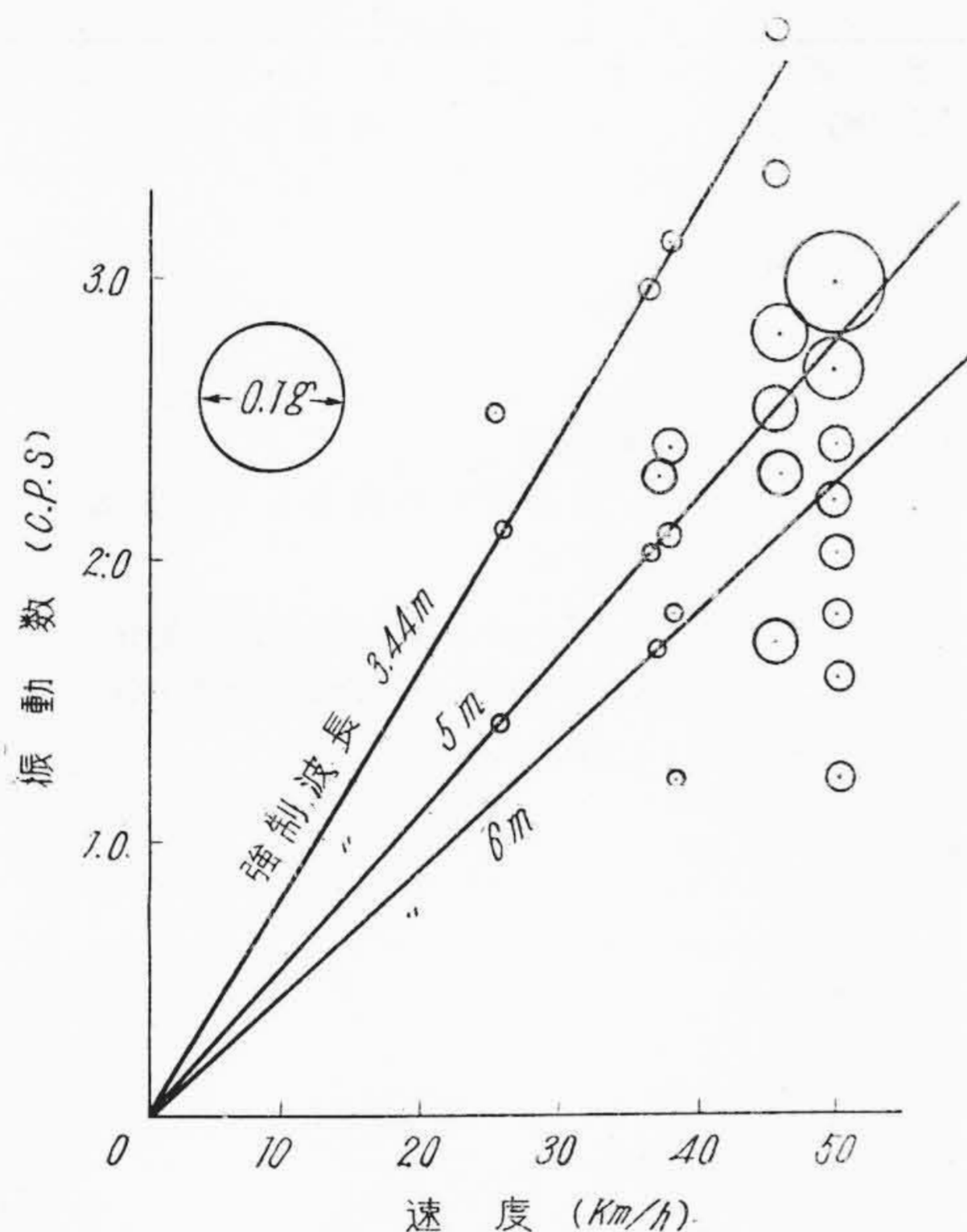
ペリオドグラムにおいて極大値をとるときの振動数を縦軸に、速度を横軸にして図を画いて見る。第 4 図がそれを示す。図中の円は調和波の振幅を表わす。今かゝる振動数がレールの正弦波の変形によるものと考えれば、これらは原点を通る直線上にならぶべきである。各速度におけるペリオドグラムにおいて、極大値のうちでも最大値をとる点を選ぶと、速度 23.7 km/h の点を除いて強制波長 5 m の直線に大体ならぶ。これはこの試験区間が始めに述べたごとく 10 m レールであることから 5 m の強制波長が存在することは一応もつとも考えられる。



第 5 図 ペリオドグラム
Fig. 5. Periodogram



第6図 振動波形
Fig.6. Wave of Vibration



第7図 速度—振動数関係
Fig.7. Relation between Velocity and Frequency

そのほかに低速で3.4 mの波長の強制力が表われている。また6 mの波長の強制力も考えられるが、いずれも加速度は小さく十分信用しうるものとはいえない。

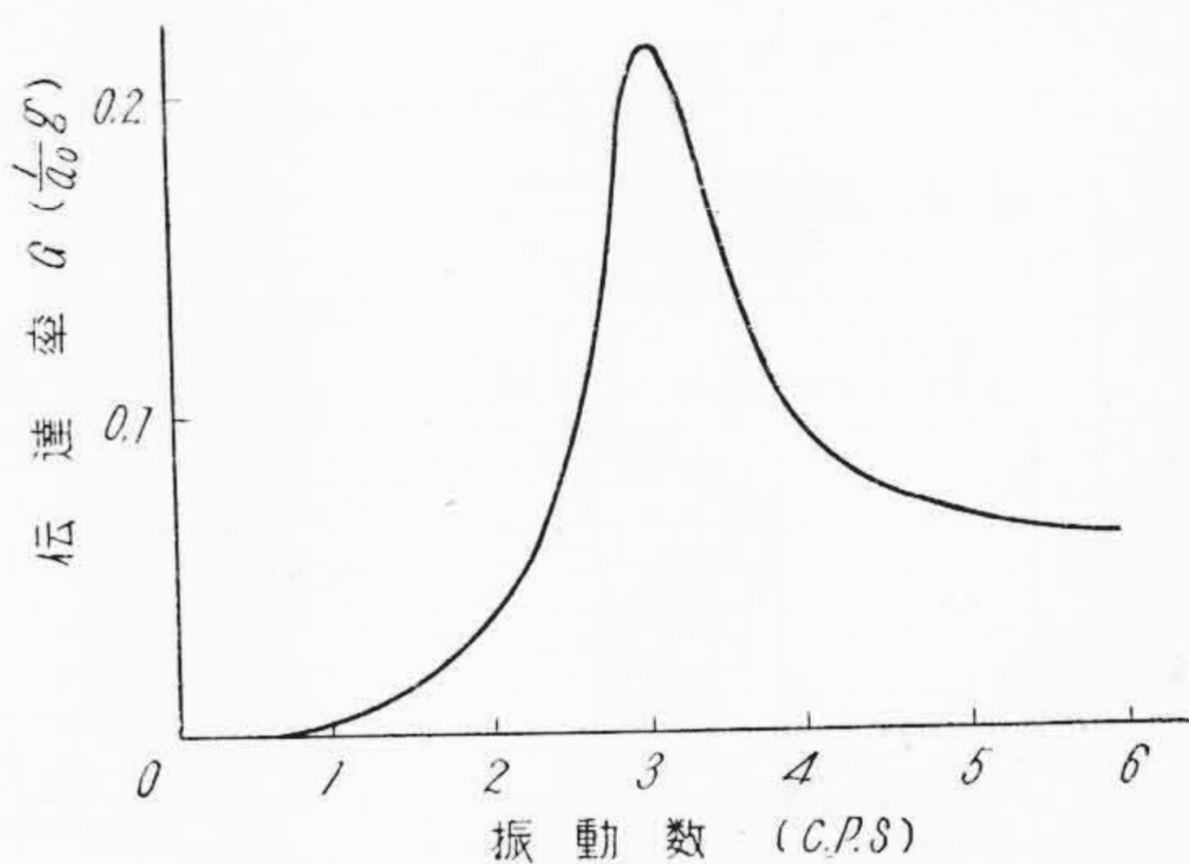
つぎに第5図は同じ区間試験のうち前述の波形測定区間とは異つた場所で普通に振動を起している小区間100 mを選び出して、ペリオドグラムによる解析を行つたもので第6図はその振動波形の一例である。第1の区間と同様にまずペリオドグラムの極大値について有意性を検討して見た。第4表にその結果を示す。(第2の区間の振動波形の自己相関関数は第1の区間と同様に周期性を持つているので、本報告では省略する。)これからして各速度とも極大値の大部分は有意となる。

ペリオドグラムについて第1の区間のそれと比較して見ると、極大値の数が多い。第4図と同じく振動数—速度の関係を図に画くと第7図のごとくなり、極大値のうち最大もしくはそれにつぐものは大体5 mの波長の

第4表 第5図における $4.6 \frac{4\sigma^2}{N}$ の値

Table 4. Values of $4.6 \frac{4\sigma^2}{N}$ in Fig. 5

速度 (km/h)	σ^2	N	$\frac{4\sigma^2}{N}$	$4.6 \frac{4\sigma^2}{N}$
50.0	0.01421	363	0.000156	0.000720
45.8	0.007120	376	0.0000757	0.000347
38.2	0.002920	470	0.000247	0.000114
37.2	0.002580	484	0.0000212	0.0000982
25.6	0.001155	559	0.00001005	2.0000462



第8図 共振曲線
Fig.8. Resonance Curve

第5表 波長5 mの変形軌条の振幅

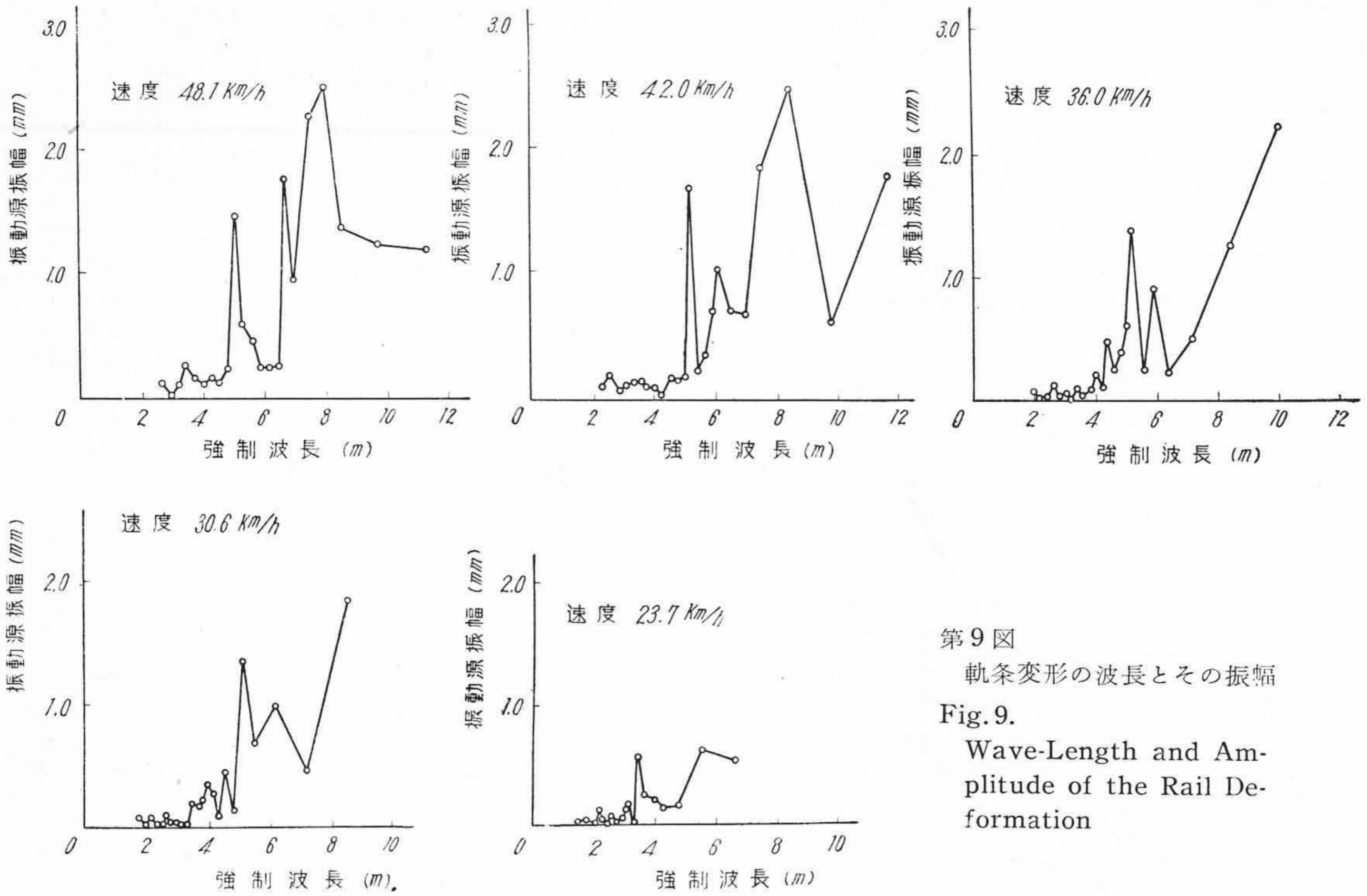
Table 5. Amplitude of Rail Deformation of Wave Length 5 m

速度 (km/h)	振動数 C.P.S.	強制波長 (m)	$S_N^2(i)$	$S_N(i)$	伝達率 $\frac{1}{a_0} g$	変形軌条の振幅 a_0 (mm)
48.1	2.63	5.08	0.03107	0.1763	1.22	1.44
42.0	2.27	5.14	0.00798	0.0893	0.538	1.66
36.0	1.92	5.20	0.001397	0.0373	0.275	1.36
30.6	1.67	5.09	0.0005383	0.0232	0.175	1.32

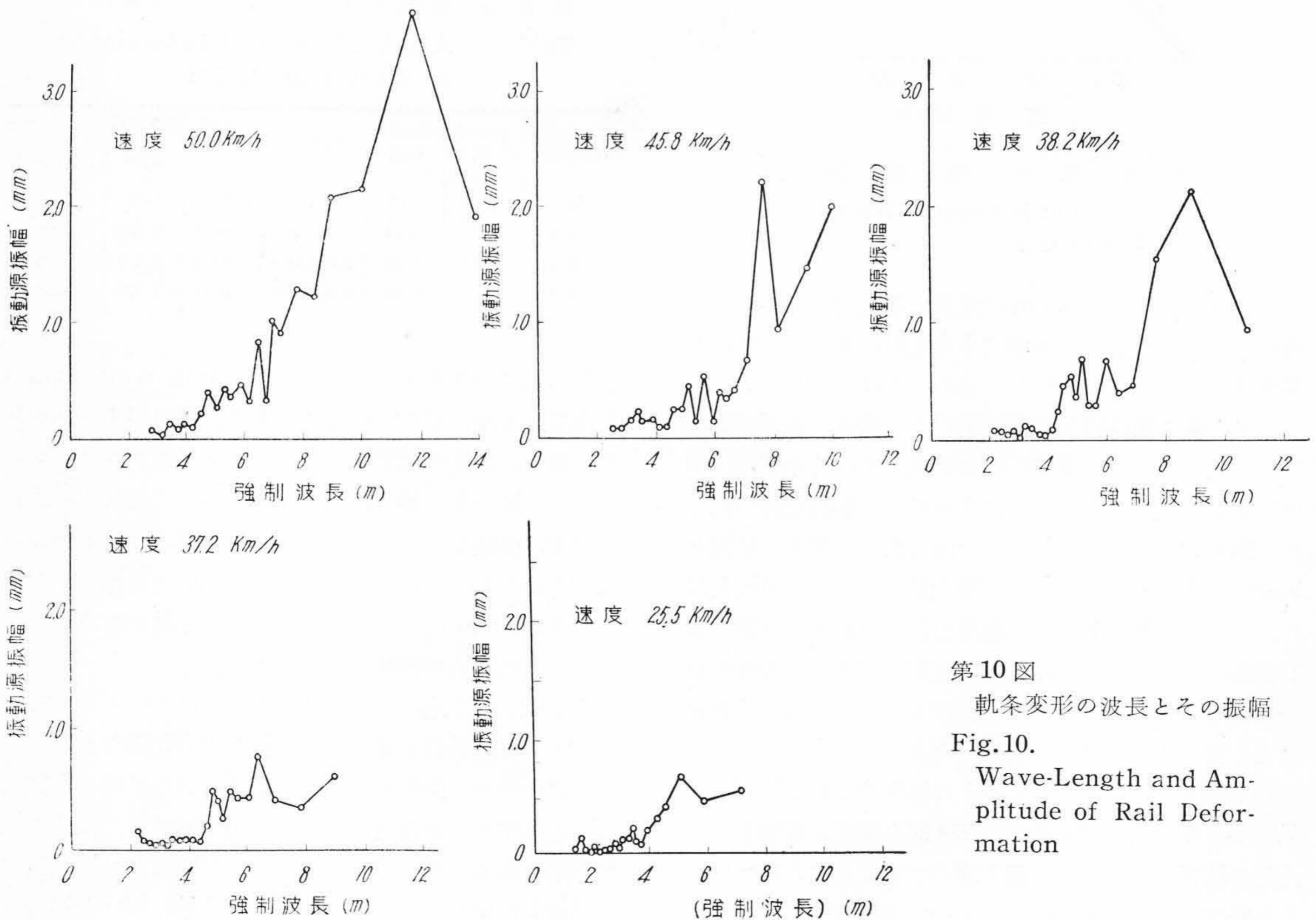
強制力がはつきり出ている。また3.4 m, 6 mの強制力も出ているが、その信頼度は第1の区間と同様問題がある。第1, 第2の区間におけるペリオドグラムはともに極大値の数が多い第4図, 第7図において強制力の波長が速度に関係なく一定であるとした場合5 mの波長の強制力がともに存在するといえるが、なお他の3.4 m, 6 mについてはなお検討の余地がある。

(B) 強制力の振幅について

前述のごとく求めたペリオドグラムについてその極大値を生ずる振動数と速度との関係は十分明確なものとはいえないので、強制力の振幅を求めてさらに検討を加えることにする。本報告に用いた供試車輛はその振動特性が不明であるが設計時におけるバネ常数より粘性減衰の最適値を仮定し、正弦波形の変位が車輪に働いた場合、



第 9 図
軌条変形の波長とその振幅
Fig. 9.
Wave-Length and Amplitude of the Rail Deformation



第 10 図
軌条変形の波長とその振幅
Fig. 10.
Wave-Length and Amplitude of Rail Deformation

その振幅を a_0 とすれば、 a_0 に対する車体床面上の加速度伝達率は第8図のごとくなる。

ペリオドグラムの振動はすべて定常振動によつて生じたと仮定し、 $S_N(\lambda)$ の値をその振動数における伝達率 $G(\lambda)$ で割つた値、すなわち $\frac{S_N(\lambda)}{G(\lambda)}$ mm はかゝる振動を生ぜしめる振幅を表わすことになる。第9図はかくして各速度ごとに求めた波長と振幅の関係を示す。これから波長5mの強制力はその振幅が速度に無関係にほぼ一定であることがわかる。

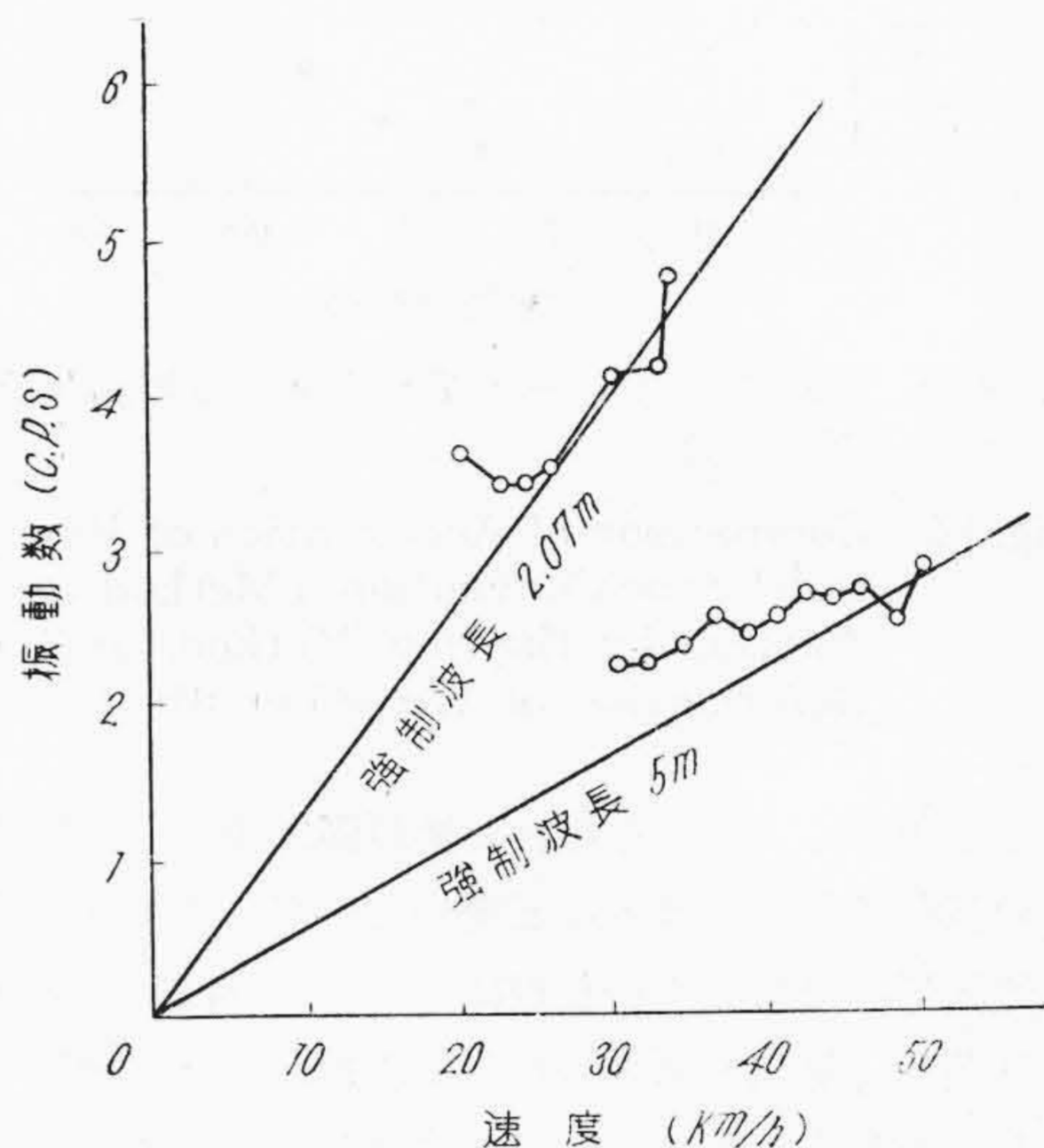
これを明確にするため特に第5表に5mの波長について記載した。他の3.4m, 6mについてはあまりはつきりした傾向がつかめなかつた。すなわち3.4mの波長によると考えられる振動が一応考えられたが、その振幅は小さく、その大きさも速度によつてかなり違つている。6mの波長についてはその振幅はかなり大きく、かつ値もほぼ等しい、かゝる強制力が働いたとした時、供試車輛のごとき振動系においては高速になるほどその振動は顕著になり、したがつて強制力の振幅も明確になるべきであるのに48.1 km/hの速度の場合には逆にほとんど表われていない。この点波長の長くなるにつれて振幅が増加する傾向が全般に見られるがこのことに関連してさらに検討の必要がある。

第10図は第9図と同様にして第2の区間について強制波長とその振幅との関係を求めたものである。5mの波長については第1の区間に比しその振幅は小さいが大體一定とみなされ、5mの波長の強制力が存在することを示している。第6表は第5表と同じく第2の区間について5m波長の振幅を特にぬき出したものである。第1の区間と第2の区間について波長5mの振幅を比較すると、大體2~3倍くらい第1の区間の方が大きくなつてゐる。第2の区間においては3.4m, 6mの波長の振幅は第1の区間程大きくなく、また一定であるということもいゝ難く、したがつてかゝる振動は統計的には意味があつても実際的には問題にならないと考えるべきであろう。

第9図、第10図において共通して波長が長くなると振幅が大きくなる傾向を持ち、そこに何か特別の強制力が働いているように考えられるが、5mの波長のごとく振幅に一様性がない。これら波長の長いものは第8図からわかるごとく、かゝる試験速度ではそれによつて起る振動の振動数が小さく、そのため伝達率が小さい。したがつてペリオドグラムより求めた加速度をそれに相当した伝達率で割る場合少しの加速度でも強制力の振幅は大きく出てくる。すなわち測定ならびに解析の誤差が特に大きく影響してくるもので、したがつて振幅としては信頼できないと考えるべきであろう。

第6表 波長5mの変形軌条の振幅
Table 6. Amplitude of Rail Deformation of Wave-Length 5 m

速度 (km/h)	振動数 C.P.S.	強制波長 (m)	$S_N^2(\lambda)$	$S_N(\lambda)$	伝達率 G $\frac{1}{a_0} g$	変形軌条の振幅 a_0 (mm)
50.0	2.94	4.73	0.00680	0.0825	2.13	0.39
45.8	2.50	5.09	0.00142	0.0377	0.86	0.44
38.2	2.08	5.10	0.000656	0.0256	0.391	0.65
37.2	2.00	5.17	0.000210	0.0145	0.318	0.45
25.6	1.39	5.12	0.000045	0.0067	0.104	0.64

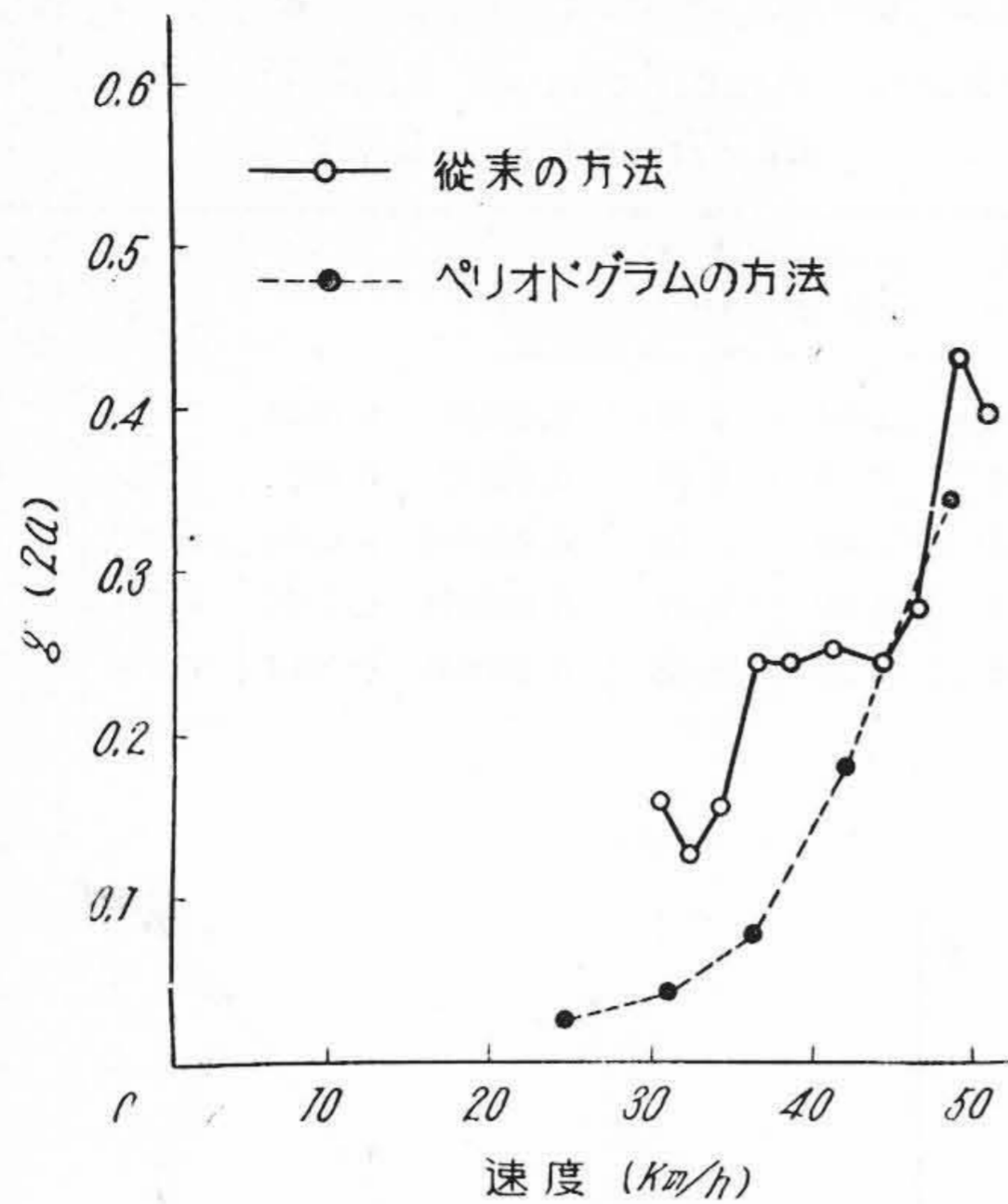


第11図 従来の方法による解析
Fig. 11. Analysis by Means of the Conventional Method

(C) 従来の纏め方との比較

第11図、第12図(次頁参照)は日明→中原間の試験区間全般にわたつて従来の方法による解析結果であつて、本報告における解析結果と比較するには区間の相違を考えればあまり意味をもたないが、従来の方法が車輛振動を解析するのにあまり良い方法でないという例として上げた。

なお従来の方法を簡単に説明する。すなわち区間試験の各速度ごとの振動波形中より正弦波形に近い波形が三箇以上ならんでいるものを選び出し、各速度ごとにヒストグラムを作り同一速度においても傾向の異なるものに分けて、それよりその速度における各平均の振動数を求める。かくして求めたものが第11図であり、同じ波形の振幅を平均したものが第12図である。したがつてかゝる方法においては正弦波形として選び出し得る波形の数をかなり多くとるためには区間として相当長いものが選ばねばならない。



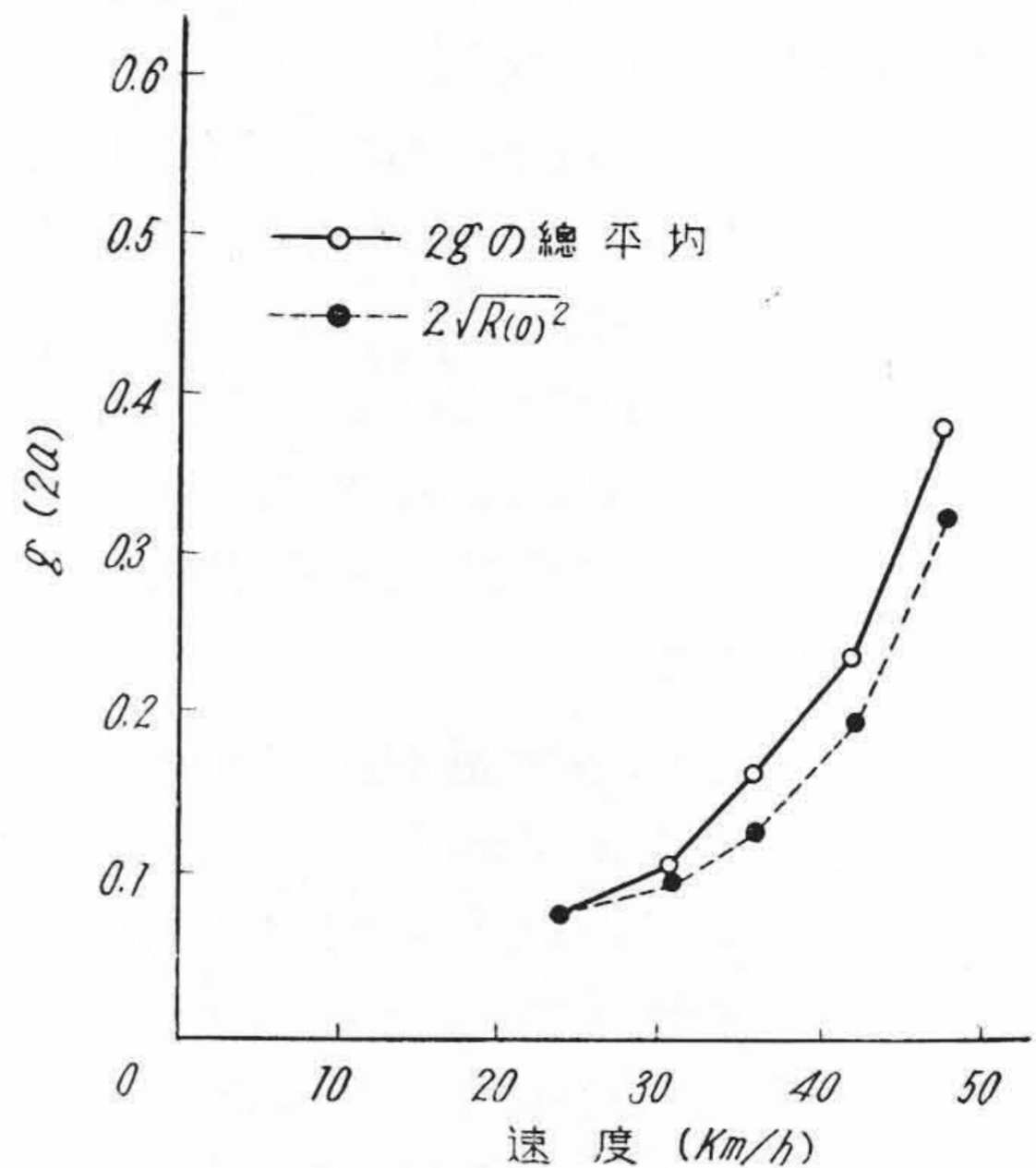
第 12 図 5 m 波長のレール変形に対する振動加速度の比較

Fig. 12. Comparison of Acceleration of Vibration by the Conventional Method with Another by the New Method for Rail Deformation of Wave-Length

かゝる方法によつてえられた第 11 図において各点は 5 m の強制波長にはほとんど乗っていないでかえつて速度に無関係に横軸に平行な線に近い。これはヒストグラムより同じ母集団と考えられた振動数が実は二種類のものであるのかもわからない。つまりかゝる方法では分類が困難なため、強制力による振動も明確に表われてこない。2.07 m の外力による振動は比較的直線の上にならんでいるが、筆者の方法には表われていない。これはペリオドグラムによる解析においてその区間における振動が小さかつたために出なかつたとも考えられる。また筆者らが時間間隔として 0.02 秒を取つたことにも問題があるが、従来の方法で選択された正弦波形は各速度ごとに同一地点の振動波形が選ばれたということではなく、各速度ごとにおいて地点を考えないで長区間における最も正弦波形に近いものを選んだということに問題がある。

このことは加速度振幅においてもいいうことで、第 12 図において従来の方法による振幅の速度に対する増加はペリオドグラムによる解析に比較してかなり不規則である。すなわち地点が違ふことにより強制力の大きさも異なるために加速度振幅にもばらつきが出てくることが考えられる。ペリオドグラムより求めた加速度振幅は共振曲線にほゞ近い形となり、滑らかな曲線にのつている。

車輛のよしあしを判定する方法として従来は各波形の振幅の総平均を求めていたが、それと *rms* 加速度振幅とを比較したのが第 13 図である。これからして加速度の大きさによつて車輛の善悪を判定する場合には、その比



第 13 図 速度—加速度関係

Fig. 13. The Relation between the Velocity and the Acceleration

較の基準となる統計量は従来の方法のものも *rms* 加速度振幅もあまり差がないことがいえる。

以上従来の方法との比較を行つてきたが従来の方法は、前項で述べた正弦波形の外力以外の振動によるものも含むため、自由振動をしている他の振動数の部分をも一緒に含むことになり、外力を明にする場合非常に不明瞭になつてくる。またその振幅を求める上においてもばらつきが大きく正確を期しがたい。なにはともあれ、かゝる方法はあらゆる振動数をすべて総合した結果のあらわれであつて、車輛振動というものが判然としたものでない現段階においてはやはり不満足な方法といわざるを得ない。

[V] 結 言

本報告においては一車種の振動試験例において、その試験区間のうちから二箇所の小区間を選び出して、ペリオドグラムによる解析を行つたものを示したものであつて、時系列論を応用した解析方法の一端を紹介する以上の何ものでもないが、以上の結果を取纏めるとつぎのごとくである。

- (i) 従来いわれているごとく、レールの長さが外力の波長に関係し、本試験においては半分の長さに等しい波長が考えられる。
- (ii) レール長さの半分 5 m の外力の振幅は測定区間の相違によつて違つてくるが、同一区間では速度に関係なくほゞ一定の値を示している。
- (iii) ペリオドグラムにおいて沢山の極大値を生ずるが、強制力が正弦波形であるとして検討した結果、

ペリオドグラムの極大値のうち大きいもの一、二について検討すればよいことが判明した。

- (iv) ペリオドグラムの極大値を生ずる多くのものについては、なお今後検討の必要がある。
- (v) 時系列として複合調和波のみを論じたが、他の成分についても検討する必要があるが、これらについては今後の研究に待つこととする。

しかして本解析は振動特性を仮定して研究を進め、また軌条の変形も、測定結果より推定を行つたもので、その点不十分なものではあるが、かかる解析方法が車輛振動の解析のために有効であることを提示するとともに、方法の紹介を兼ねて報告する次第である。

終りにのぞみ振動試験にあたって御指導御協力を得た

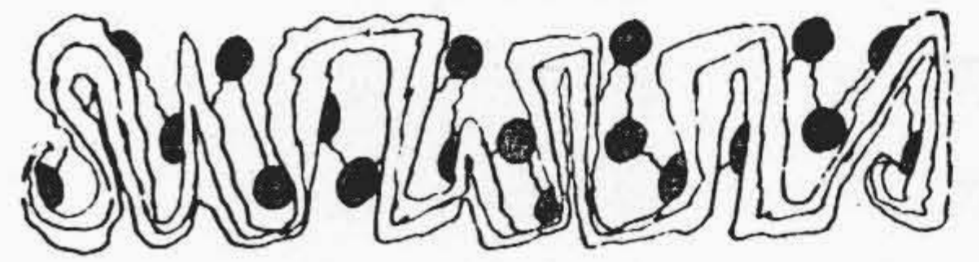
西日本鉄道株式会社北九州営業局電車部次長徳光伝氏、また本研究に終始御指導御鞭撻をいただいた九大石橋教授日立製作所矢部笠戸工場長に深甚の謝意を表する。

参考文献

- (1) 松平：機械学会26回講習会教材 156 (1950)
- (2) 小田：機械学会論文集 17 158
- (3) James, Nichols, Phillips: The Theory of Servomechanisms 262 (1946)
- (4) M. G. Kendall: The Advanced Theory of Statistics II 430 (1948)
- (5) 日本応用力学会：応用統計学 722 (昭24)
- (6) M. G. Kendall: The Advanced Theory of Statistics II 434 (1948)



新案の紹介



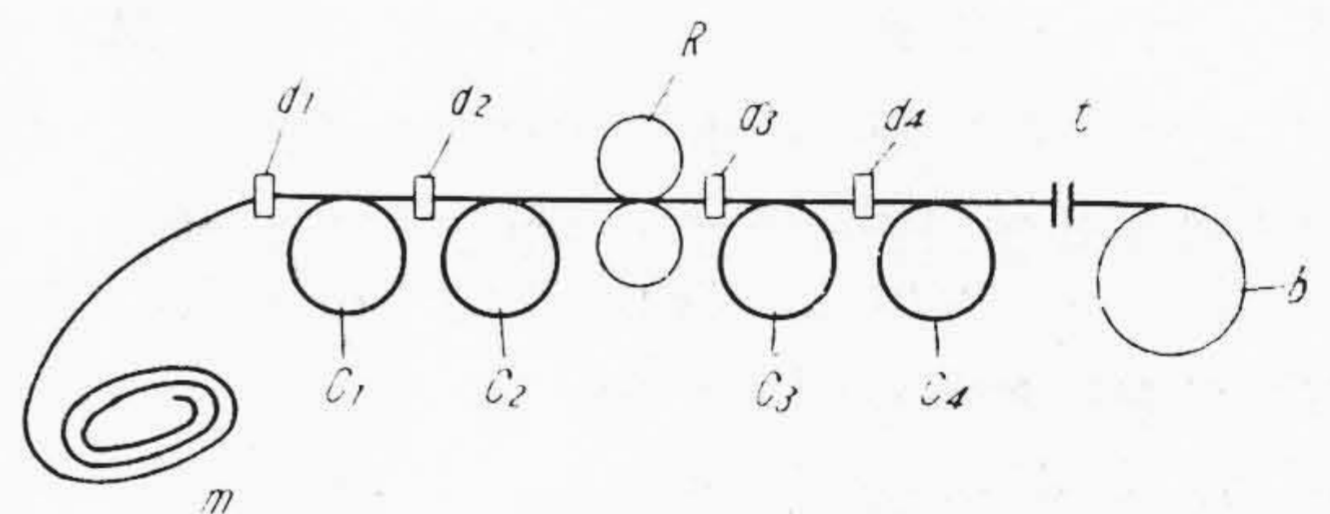
実用新案 第409570号

結柴秀明

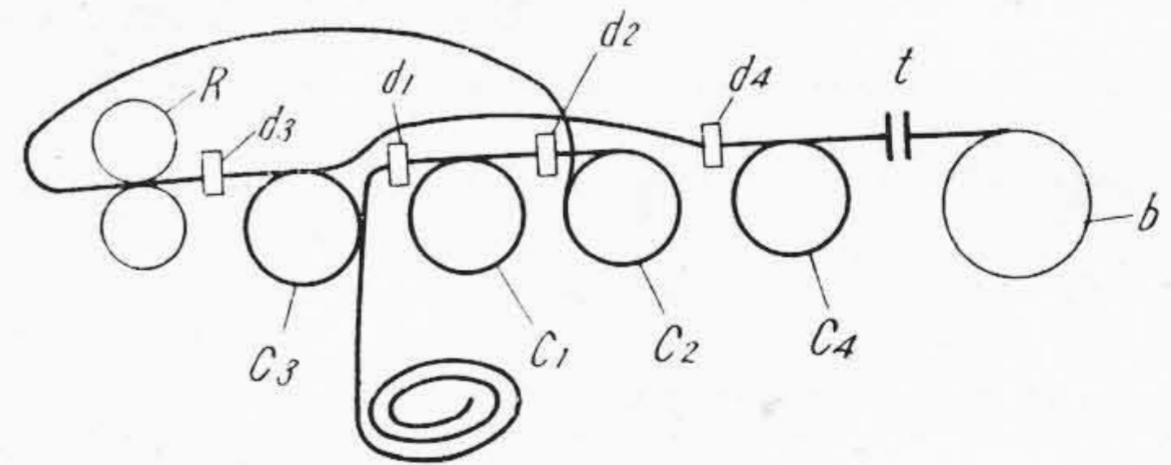
平角線連続伸線装置

この考案は荒引丸線から一貫作業によつて連続的に平角線を伸線製造する新規装置であつて、従来三段またはそれ以上に分けて単独式に伸線巻取りを順次行うものに比し人手の節約、場所の節減は勿論のこと製品の質の向上に非常にすぐれた効果をもたらすものである。すなわち連続伸線を行えば弱張力で製品の巻取りができるが、単独分割の場合では単頭式強張力巻取釜（傾斜胴型巻取釜）を用いることになるので、この巻取釜の欠点として平角線の幅方向に彎曲応力を与え、平角線の形を崩す欠点がある。

本案はこの欠点を防止し得るところに高い実用的効果があるものである。図中 m は荒引丸線、 d_1, d_2 は丸線引ダイス、 d_3, d_4 は平角線引ダイス、 C_1 ないし C_4 はキャプスタン、 R は圧延ロール、 b は平角線巻取枠、 t はトラバサを示す。第1図においては $m-d_1-C_1-d_2-C_2-R-d_3-C_3-d_4-C_4-t-b$ の順序に配列され、第2図の場合は伸線の作業順序は第1図のときと同一であるが、機器の配置を変えてロール R を先頭にしてその後方に丸線および平角の伸線機構を配置したもので、このような配置の組合せは据付上または作業上の便利からなお多少の変更があり得る。これは要するに本案はロール圧

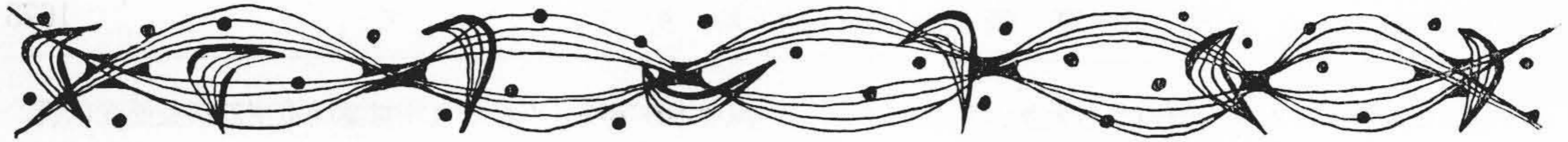


第1図



第2図

延とダイス線引きを連続的に作業可能となすために圧延ロールと連続伸線装置とを組合わせ、双方同時に駆動し得る機構とした平角連続伸線機であつて、これによつて従来の単頭式強張力巻釜を用いたものの欠点を一掃し所期の目的を達するものである。(宮崎)



日立製作所社員社外寄稿一覧 (昭和29年9月分受付) (その2)

(第74頁より続く)

寄稿先	題名	執筆者所属	執筆者
日本機械学会 アグネ出版社	水車軸受の潤滑 CO60による探傷	日立工場 日立工場	鯨沢秀夫 泉八郎 鷺山重也
コロナ社 日本機械学会	機械技術者のための振動学講話 Proceedings of the Fourth Japan National Congress for Applied Mechanics on the Application of Time-Series to the Analysis of Vibrations of Railways Vehicles	日立研究所 笠戸工場	小堀与一 桑江和夫 左海孝之
合理化協議会 産業機械協会 電気公論社 電気公論社 電気公論社 岩波書店 日本電気協会 電気絶縁材料工業会 オーム社 オーム社 日本科学技術連盟	電磁開閉器およびその他各種開閉器 ショベルドラグラインの整備について 変圧器遮断器避雷器—変圧器 起高圧ドライバルブ避雷器 高電圧制弧遮断器の充電々流遮断性能 応用ポンプ工学 天然ガス燃焼ガスタービンについて 電機絶縁材料と水 マイクロ波伝播試験 水力発電所の自動制御 日立製作所戸塚工場の品質管理	亀戸工場 亀有工場 日立工場 国分分工場 国分分工場 亀有工場 日立工場 日立絶縁物工場 戸塚工場 日立研究所 戸塚工場	松田幸次郎 安井厚 首藤清 落清 森田誠一 寺田進 佐々木精治 日月紋次 長浜良三 小林栄二 小林季八 小野安正
日赤放射線技師会 日本伸銅協会 日本能率協会 日本化学会	日立断層撮影装置について 販売予測について ぎりぎりの場合として設備を更新するときの考え方 熱天科による高分子物質の研究 (第一報) ——再酢酸化および塊状重合ポリ酢酸ビニル——	亀戸工場 本社 本社 日立研究所	和田正脩 川原茂彦 村川武雄 鶴田四郎 上比呂 津久井陸郎
火力発電技術協会 日本機械学会 日刊工業新聞社	高温高圧蒸気タービンの急速起動について 展望ポンプの最近における動向 倣いバイスの応用	日立工場 亀有工場 川崎工場	中崎豊一郎 本多孝一 松本源次郎 字佐見武司
日本物理学会 火力発電研究会	Multipled Lines in the Energy Spectrum 秤量タンクを用いた大型タービンの性能試験について	中央研究所 日立工場	渡辺宏 浦田星
土地改良協会 火力発電研究会 大阪陸運局 日本冷凍機製造協会	農業用揚排水機の原動機について 再熱タービンの計画ならびに製作の要点 日立MMC HB-11型制御装置について 冷房冷凍についての一考察	本社 日立工場 本社 本社	木村勝 浦田星 小熊勇 堀六郎