

撓度及振動ノ記錄

工學博士 田 邊 朔 郎

記錄圖ノ說明

橋桁及其他ノ構造物、軌道、車輛等カ其受クル荷重若ハ其運動ニヨツテ生スル撓度及振動ノ有様ヲ記錄スル機械ハ數種類アレトモ在來ノモノハ余ノ研究セントスル目的ニ適セサルカ故ニ爰ニ一ノ記錄器機ヲ製作セリ、左ニ掲クルトコロノ圖ハ其記錄器ヲ使用シテ得タルモノナリ

第一圖ハ十五呎徑間二連聯續セル山陰大社線只谷川木橋ノ一桁ノ中央點カ機關車及四輛ノぼぎ一車ヨリ成ル列車ノ通過ニ際シテ生スル其撓度及振動ノ記錄ニシテ大正三年ノ夏期ニ於テ鐵道院吉見鎮之助氏ノ試驗セルモノナリ

第二圖ハ大正三年ノ春大阪城東線櫻宮新架橋竣工ノトキ其荷重試驗ニヨツテ生セシ撓度及振動ノ記錄圖ニシテ鐵道院岩田五郎氏ノ調査ニヨルモノ又第三圖ハ明治四十四年南滿洲鐵道會社ノ橋梁ニ於テ同社福田稔氏ノ調査セルモノナリ

第四圖ハ明治四十二年三月東海道線長良川新鐵橋ノ試運轉ノトキ其第七徑間上流桁ノ中央點甲ノ撓度及振動ニシテ此記錄ハ其左右動ト併テ示シ居レリ

第五圖ハ補強前ノ東海道線大井川第二徑間ノ上流桁中央點甲ノ撓度及振動圖ニシテ B_0 形二十四

噸ノ單行機關車ノ通過ノ爲メニ生シタルモノナレト其振動非常ニ大ニシテ補強ノ必要ヲ示セリ此桁ハ其上ニ人足三人ヲ走ラシテモ尙圖ニ示ス如キ振動ヲ爲セリ、本橋ハ補強後ハ大ニ改良セリ第六圖ハ鐵筋ヲ入レタル混凝土桁ノ中央下點 A カ荷重ヲ受ケタル爲メニ生セシ撓度ヲ記録シタルモノニシテ目下在橫濱稅關工事部ノ大澤準一郎氏ノ調ニヨル

第七圖ハ明治四十三年一月十九日午前十一時三十六分九秒半ニ沼津驛ヲ發車シタル第二十列車ニ聯結セル試驗車ノ前軸左彈機上ノ車體ノ上下動ヲ示スモノニシテ其列車ハ同四十五分十秒八ニ三島驛ニ到着シタルモノナリ

第八圖ハ關西線柘植驛構内ニ於ケル軌道カ單行機關車ノ爲メニ生セシ撓度及振動ニシテ第九圖ハ京都二條驛ノ南ニ於テ高五呎ノ築立アル場處ヲ列車カ通行セルトキ其客車ノ運轉ニヨツテ生セシ軌道ノ撓度及振動圖ナリ

以上ハ此撓度振動記録器適用ノ例ヲ示シタルモノニシテ其構造ノ大略ハ左ノ如シ
構造並ニ使用ノ一般

器械ノ主要ナル部分ハ第十圖ニ示ス如ク自働金屬製圓筒 Z 丁字形槓杆 G 及之ニ附屬シアル金屬製ペン A B ニシテ此圓筒ハ發條裝置ニシテ K ナル捻螺旋ニヨリ發條ニ廻轉力ヲ與ヘ F ナル調整器アリテ遲速任意ナル一定ノ速度ヲ以テ廻轉スルモノトス、而シテ圓筒廻轉中ニ K ヲ捻ルモ妨ナキ構造ナリ、丁字形槓杆ハ測定スヘキ材片ノ撓度及振動ニ從ツテ移動シ自動藏紙器 U ニ卷キ付ケアル記録紙ハ紙押へ兼吸墨紙卷ナル Q ト共ニ發條裝置ノ圓筒 Z ノ自轉ニ伴ヒテ漸次滑過シ A B ナルペンニヨリテ R ナル記録紙上ニ上下動及左右動ヲ自記スルモノトス
自働記録ヲナスヘキ金屬製ペン B ハ上下動、 A ハ左右動即ハチ水平動ヲ記録シ D ハ T ナル電線ニヨリテ電池及時刻器ニ結合セラレ秒時記録ヲナシ E ハ V ナル氣球ヲ握ルコトニヨリ左右ニ移動

シ荷重進行ノ位置其他任意ノ時ニ其合圖ヲ記録スルトキニ用フ、或ハDペント同一ナルモノヲ用
フレハ電氣仕掛ニヨツテ任意ニ其ペンヲ動かシ記録ヲ付スルコトヲ得ヘシ

本器ヲ用ヒテ撓度及振動ヲ記録セントセハMナル器械臺ヲ供試材片上ニ載セ此材片ト器械臺M
トヲLナル凹字形金物ヲ以テ挾ミ付ケHナル螺旋杆ヲ以テ固定シ器械及測定スヘキ材片カ振動
スルモ個々移動セサルヲ期スヘシ、今上下動ヲ測定セントセハFナル丁字形槓杆ノ十字部ニアル
横杆ヲPナル螺旋杆ニヨリ止メWナル接續杆ヲ螺旋杆ニテ丁字形槓杆Fニ止メ接續杆ノ上下端
ニハ針金ヲ挾ミ(普通真鍮二十番線ヲヨシトス)下端鐵線ハ重錘ヲ以テ河底ニ定置セシメ上端針
金ハ鐵道構桁ノ如キ場合ニ於テハ上臥材ニ結ヒ付ケ此中間ニハ長一呎以上ノ長發條Yヲ用ヒテ
上下鐵線ヲ緊張セシメ丁字形槓杆Fト接續杆Wトノ結合點ヲ確實ニ保タシムルモノトス、此場合
ニ於テ上部鐵線ノ結合點丁字形槓杆ト接合杆トノ結合點及下部河底ニ定置サレタル重錘ノ重心
トハ凡テ一垂線中ニアリテFナル丁字形槓杆ノ水平腕及垂直腕ハ各々正確ニ水平及垂直ノ位置
ニアルヲ肝要トス

如斯シテ取付ヲ終レハ測定材片ノ上下振動ト共ニ撓度及振動記録器モ上下ニ振動シ固定點X(丁
字形槓杆ト接續杆ノ結合點)ヲ中心トシテX點トa杆ノ軸トノ水平距離ヲ半徑トシテ上下ニ角運
動ヲ生シ此結果丁字形槓杆ノ垂直腕ハ左右ニ同様ノ角運動ヲ起スヲ以テBナルペンハ左右ニ移
動シ記録紙R上ニ振動及ヒ撓度ヲ印跡スルモノトス而シテ材片ノ上下動ト記録紙上ニ著ハル、
印跡度トハ左ノ如キ關係ヲ有ス

材片ノ上下動・記録紙上印跡度 $=a \times$ 材片ノ撓度 \therefore 撓度

ニシテ材片ノ撓度及振動ハ極メテ微細ナル時ニハabナル水平長ハ接續杆ト丁字形槓杆トノ結合
位置ニヨリテ任意ノ長サトナシ得ルヲ以テ前比例式ノ關係上材片ノ撓度及振動ヲ現形二倍、四倍

五倍又ハ十倍ノ適當ノ數倍ニ大ナル記録ヲ紙上ニ印跡セシムルコトヲ得ルモノトス
 以上ノ如ク器械ヲ取付ケアル測定材片ト同一構造體ナル上臥材ニ接合杆ノ一端ノ鐵線ヲ結ヒ付
 ケアルヲ以テ測定材片ノ振動ト共ニ上臥材モ振動スルヲ以テ曩キニ固定點ニシタルX點ハ上臥
 材上下動ト共ニ振動シX點ハ不定ノ如ク思ハル、モ此X點ト上臥材ノ結合點間ニハ長一呎以上
 ノ長發條ヲ用ヒアルヲ以テ上臥材ヨリ來ル振動ハ此長發條ニヨリテ殺滅セラル、ヲ以テX點ハ
 依然固定ノ條件ヲ失フコトナシ

次ニ左右動ヲ測定セントセハGナル丁字形槓杆ヲPナル螺旋杆ニテ器械ニ取付ケWナル接續杆
 ヲ水平ニXナル螺旋杆ヲ以テ丁字形槓杆ニ取付ケ(此時ニ於テ材片ノ振動及撓度ヲ現形ニ倍若ク
 ハ相當ノ倍數ニ擴大シテ記録紙上ニ印跡セシメントスルニハ α 横杆ノ軸心ヨリX點ニ至ル垂直
 距離ト上部Aナルペン軸ト丁字形槓杆トノ結合點トX點トノ垂直距離トノ比ハ相當倍數ニナル
 ヘキ様接續杆Wヲ取付クレハヨシ而シテ之レニ對スル比例關係ハ上下動ニ於ケルモノト同様ナ
 リトス)Wノ兩端ニ鐵線ヲ取付ケ(十二番線ヲ適當トス)鐵線ノ兩端ハ一方ハ測定材片ト同一構造
 物體中ノ他ノ一材片ニ一方ハ構造物體外ノ不動點ニ結束緊張セシムルモノニシテ構造物體中ノ
 材片ニ結束サレタル鐵線ノ中ニハ長一呎以上ノ長發條ヲ使用シ結束材片ノ振動ヲ殺滅セシメ丁
 字形槓杆Gト接合杆Wトノ結合點Xヲシテ不動固定點タルノ條件ヲ満足セシムルモノトス如斯
 セハ測定材片ノ左右振動ハ全ク α ノ横杆ノ軸心トXトノ垂直距離ヲ半徑トシXヲ中心トシテ左
 右ニ角運動ヲ與フルコト、ナリX點ノ結合位置ニヨリテAナルペンハ現形ニ倍若シクハ相當倍
 數ナル振動ヲ記録紙上ニ印跡スヘシ

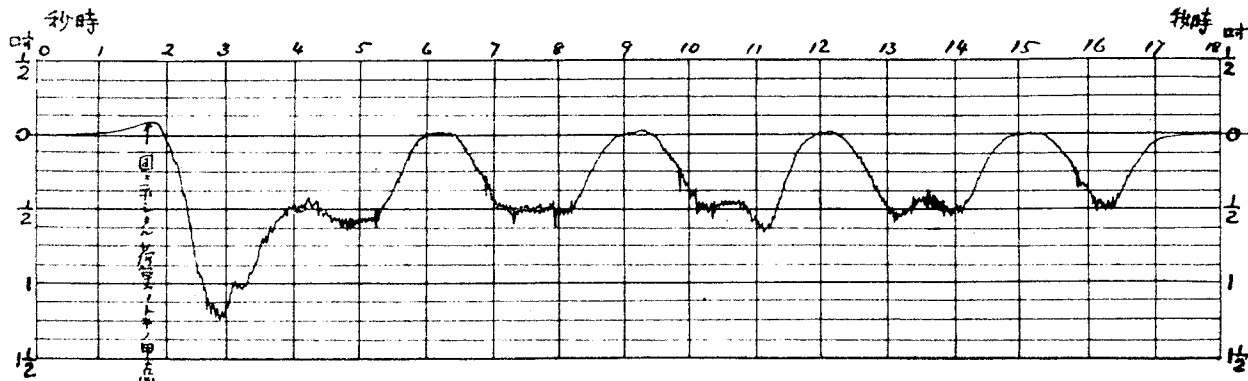
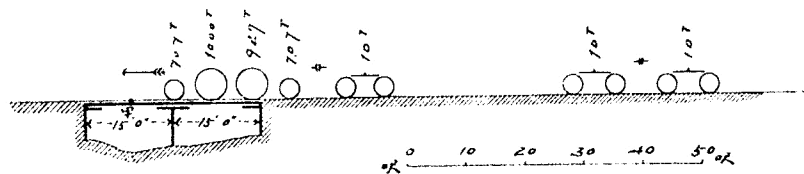
以上ニ於テ上下振動及撓度及左右振動ヲ記録スルノ大要ヲ述ヘタルモ斯ノ如キ振動及撓度ヲ紙
 上ニ記録セシムルト同時ニ幾何時間内ニ於テ且亦如何ナル荷重カ測定材片ノ上ニ來リタル時ニ

著シタル印跡ナルヤヲ知ラントセハ記録紙上ニ同時ニ時刻及荷重ノ來リタル時ノ位置ヲ記録セシムレハ可ナリ故ニ D ナルペン軸ニ結束サレタル電線ハ電池及時刻器ニ結合シアリテ時刻器ニ附シアル針ノ一端カ水銀壺内ニ觸ルレハ D ナルペン軸ニ電流通シテ左右ニ移シ記録紙上ニ印跡スルモノニシテ時刻器附屬針端ハ二分ノ一秒又ハ一秒毎ニ水銀ニ觸ル、ノ裝置アリ故ニ D ペンハ二分ノ一秒又ハ一秒毎ニ左右ニ移動シ記録紙ニ印跡セシムルモノトス次ニ E ナルペンハ氣球 V ヲ握レハ左右ニ移動シテ記録紙上ニ印跡スルヲ以テ目的ノ荷重カ來リタル時ニ此 V ナル氣球ヲ握レハ其位置ヲ記録紙ニ印跡セシムルヲ得ヘシ

本器据付ノ位置ハ第十圖ニ示ス如ク撓度振動ヲ爲ストコロノ構造物ニ附着セシムルトモ又他ノ固定ノ場處へ据付ケ置キテ構造物ノ撓度及振動ヲ之ニ導キテ記録スルトモ自由ナリ第十一圖以下ニ示ス點線ハ前記ノ針金ニシテ V 或ハ V_1 ハ構造物 R ハ記録筒ニシテ A 及 B ハ記録筆ナリ Y ハ發條ニシテ N ハ針金ノ方向ヲ變更スルトキニ用フルモノ a X a_1 X_1 Y_1 B ハ第十圖ニ示スモノト同一符合ナリ第十一圖ハ V カ其位置高キトキ第十二圖ハ V ノ位置低キトキヲ示シ第十三圖ハ左右動ヲ記録セントスルトキニ當ツテ發條ヲ撓度震動ノ記録ヲ得ント欲スル構造物ニ取付ル場處ナキトキ杆 m 點ニ取付クヘキヲ示シ第十四圖ハ X_1 Y_1 a_1 及 B ハ V ノ上下動ヲ記録スルノ用ニ供シ X Y a 及 A ハ其水平動ヲ記録スルノ用ニ供ス第十五圖及第十六圖ニ示スモノハ本桁 V ノ撓度及振動ハ記録筆 A ニヨリ又横桁 V_1 ノ撓度及振動ハ記録筆 B ニヨリテ記録筒 R ノ上ニ記録サルルモノナリ

記録筒 R ハ少シク其軸ノ方向ハ動キ得ルモノアリ此記録筒ヲ一ノ振動部ニ接續セシメ置クトキハ A 若ハ B 筆ハ第二項ノ撓度及振動ヲ第一項ノモノヨリ分離シテ記録スルコトヲ得ヘシ此方法及通過荷重ノ位置ヲ示ス自働電氣合圖及時刻記録法ノ詳細ハアマリ長キニ亘ルヲ以テ爰

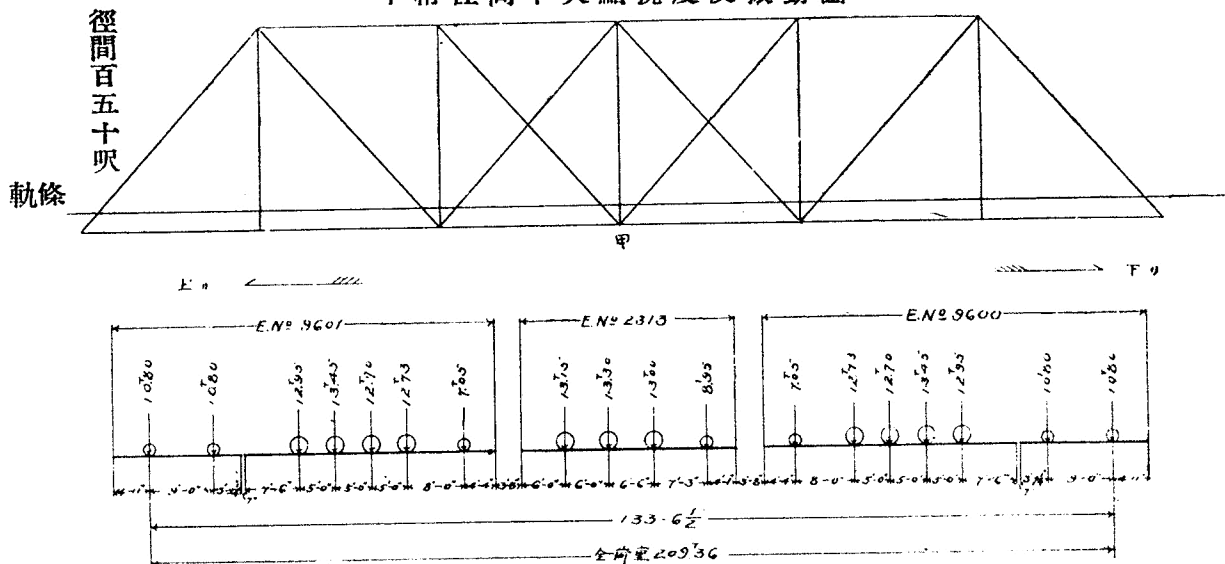
第一圖
列車通過ニ際スル木桁(圖ニ示ス甲點)ノ中央點ノ撓度振動圖
機關車一臺ぼぎ一四輛



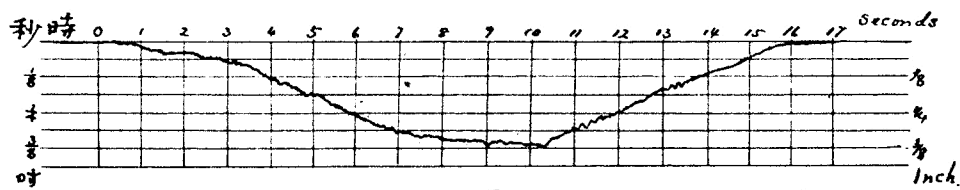
吉見鎮之助氏調ニヨル(大正、三)

山陰大社線只谷川木橋(十五呎徑間二連) 橋桁橋 15'×12' 二本結合、腕木 12'×12' 二本

第二圖
下桁徑間中央點撓度及振動圖



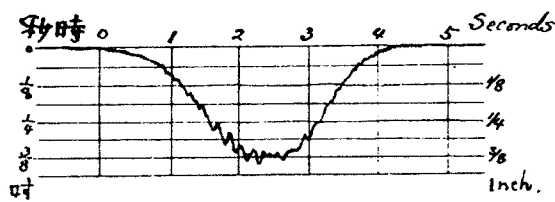
大阪櫻宮鐵道橋(新架單線)第六徑間上流桁



速度關一車六時間哩間

最大 $\frac{3}{8}$ 吋

上



速度關一車二十四時間哩間

最大 $\frac{13}{32}$ 吋

下

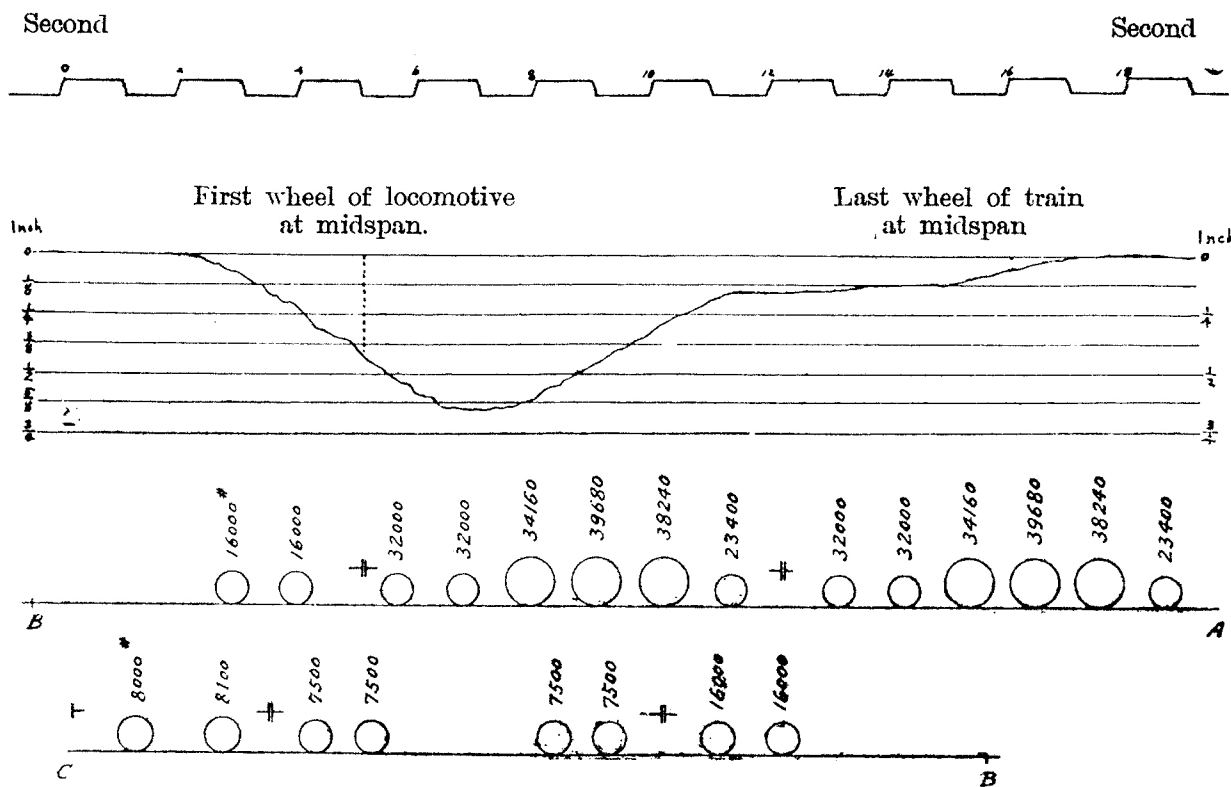
大正三年二月二十五日
岩田五郎氏調

第三圖

DEFLECTION & VIBRATION DIAGRAM OF THE MIDDLE
POINT OF THE BOTTOM CHORD OF 105 FT.
DECK TRUSS SAIGA NO. 11, OCT. 30TH 1911.

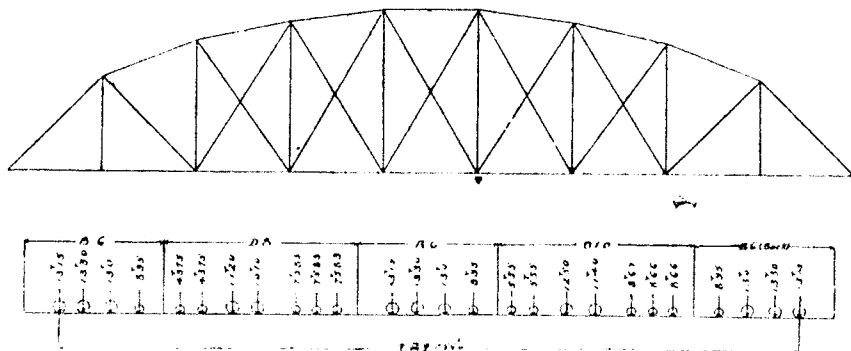
Direction of train
Velocity of train 12.5 miles per hour.

For this experiment Prof.
S. Tanabe's Deflection &
Vibration Recorder was
exclusively used.

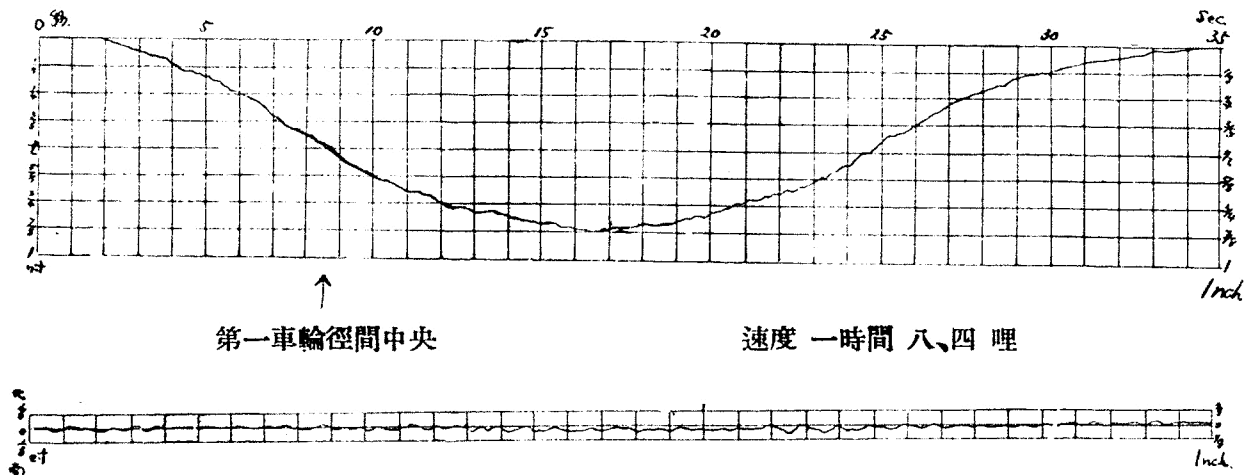
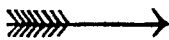


南滿洲鐵道
福田稔氏調

第四圖
下桁徑間中央點撓度及振動圖

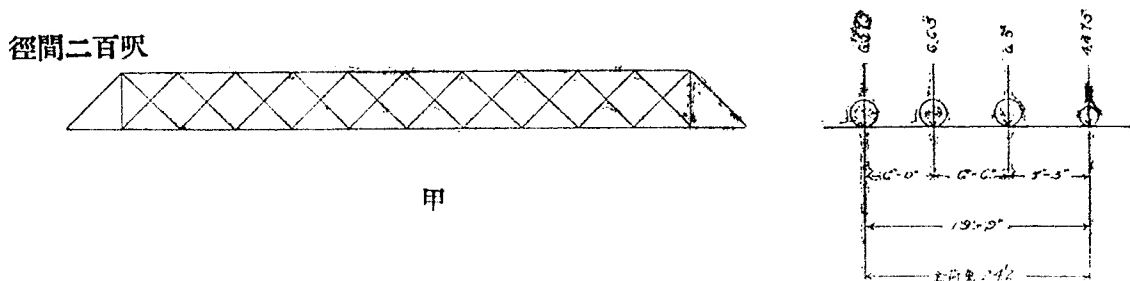


東海道線長良川新鐵橋第七徑間上流桁
明治四十二年三月十七日
試 驗

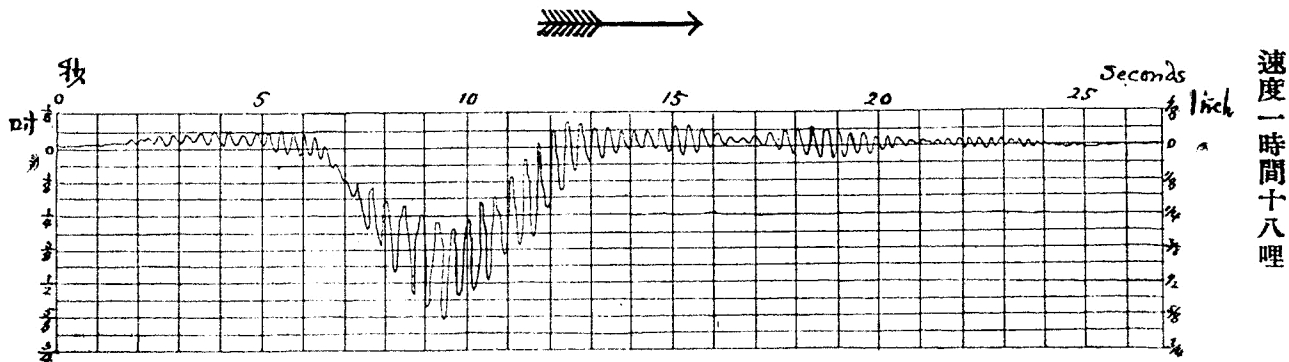


第五圖

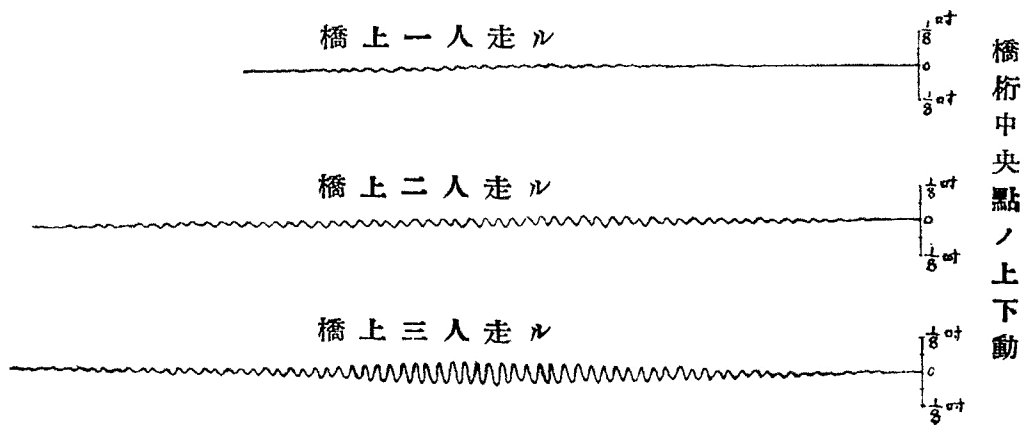
下桁徑間中央點撓度及振動圖



東海道線大井川舊鐵橋 第二徑間上流桁
明治四十二年四月廿七日 試驗

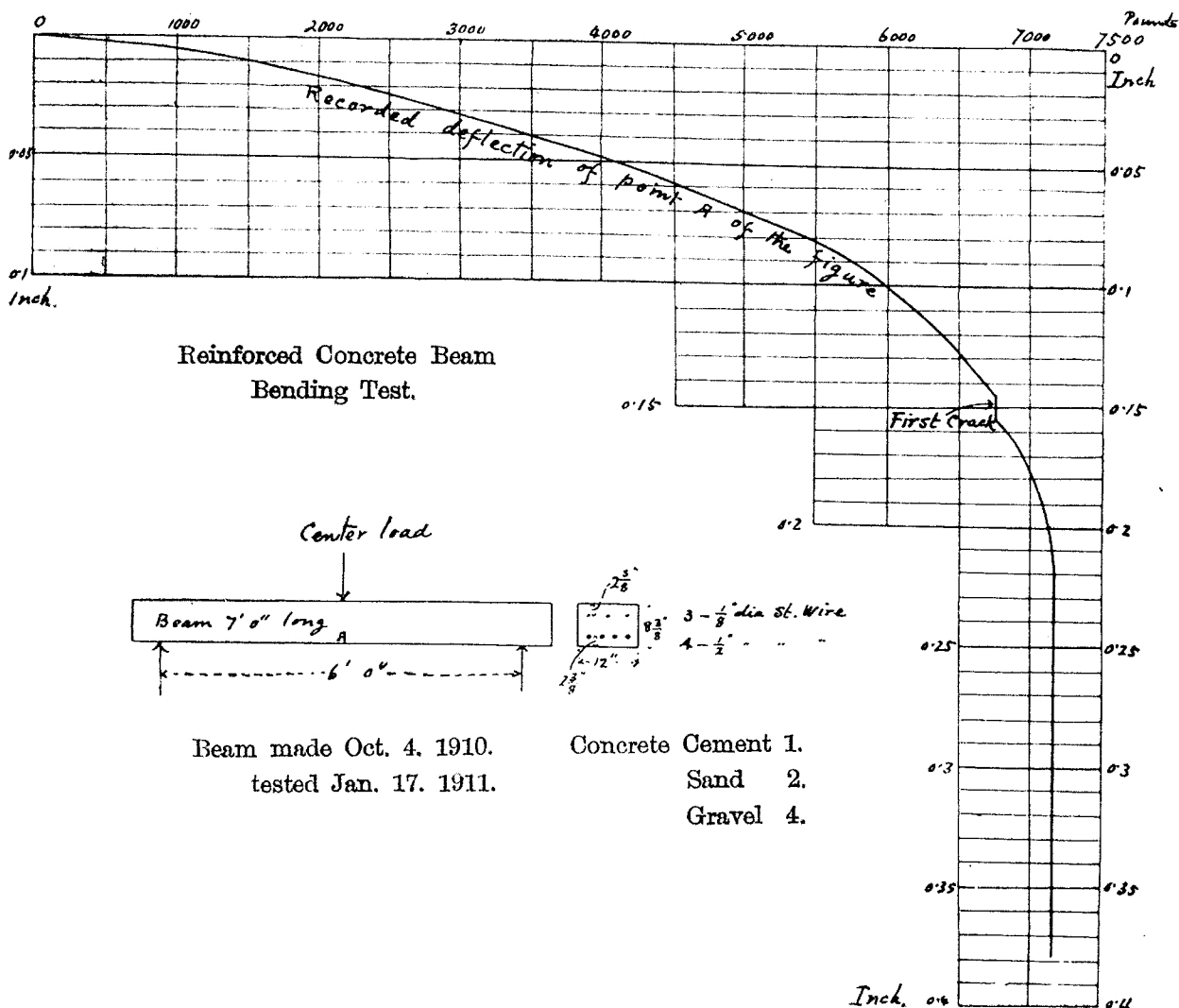


速度一時間十八哩

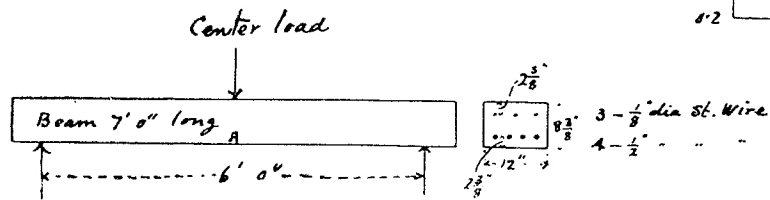


第六圖

Center load in Pounds.



Reinforced Concrete Beam
Bending Test.

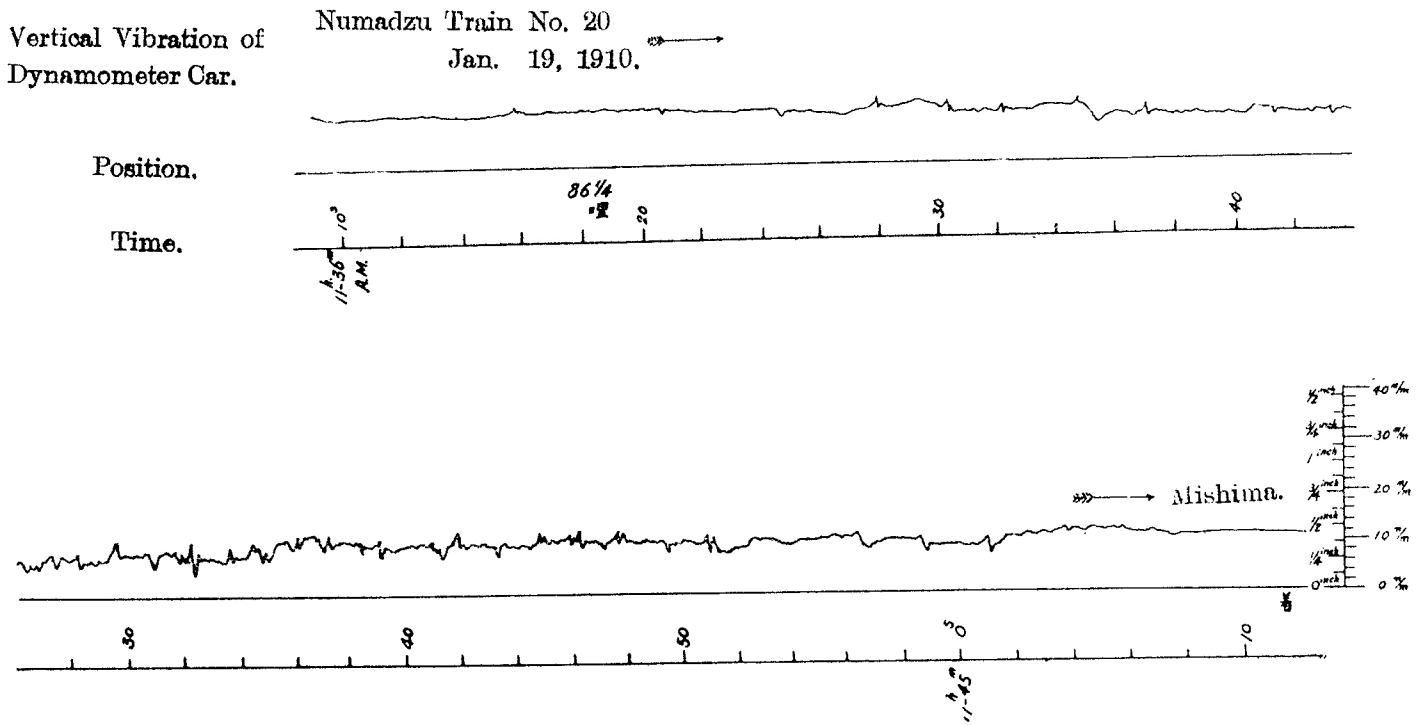


Beam made Oct. 4, 1910.
tested Jan. 17, 1911.

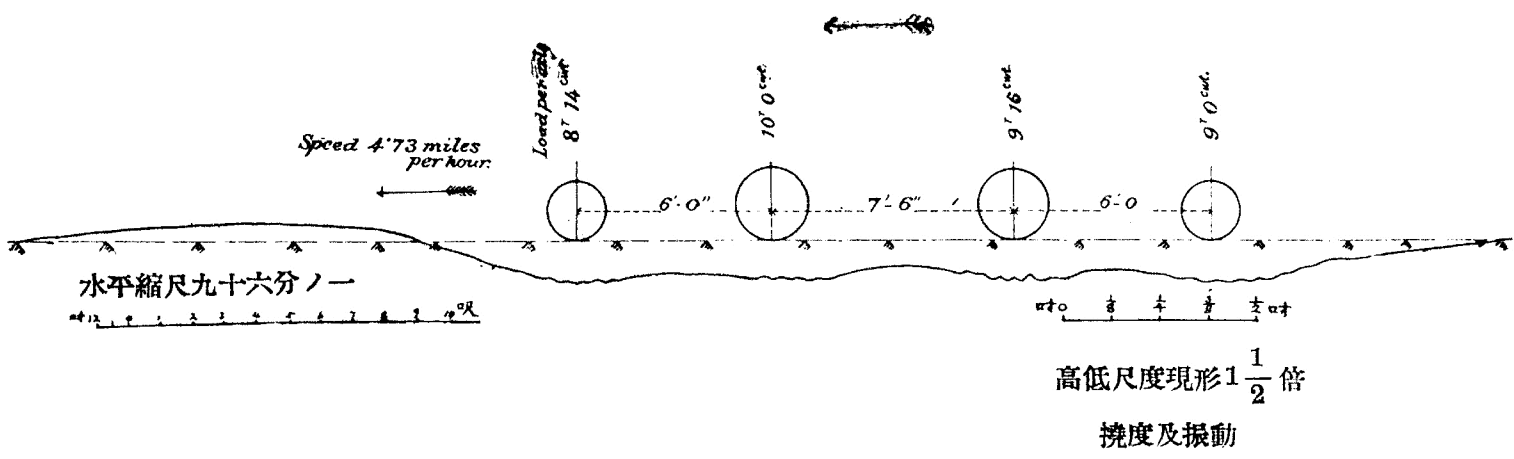
Concrete Cement 1.
Sand 2.
Gravel 4.

大澤準一耶氏調

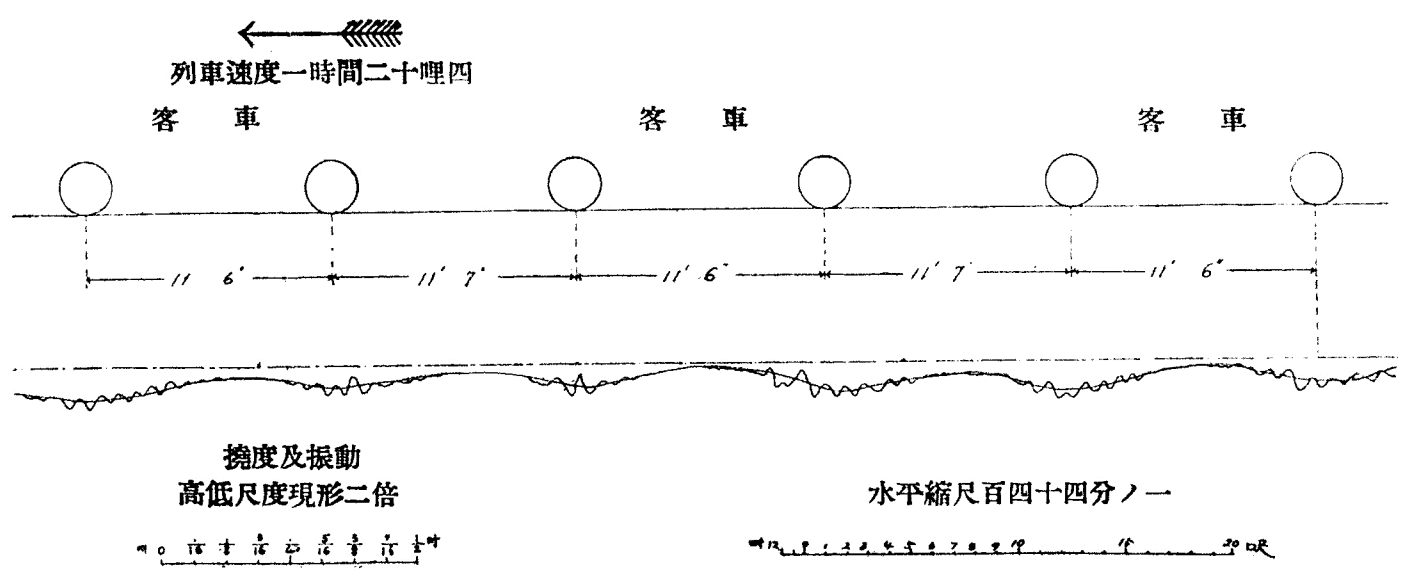
第七圖



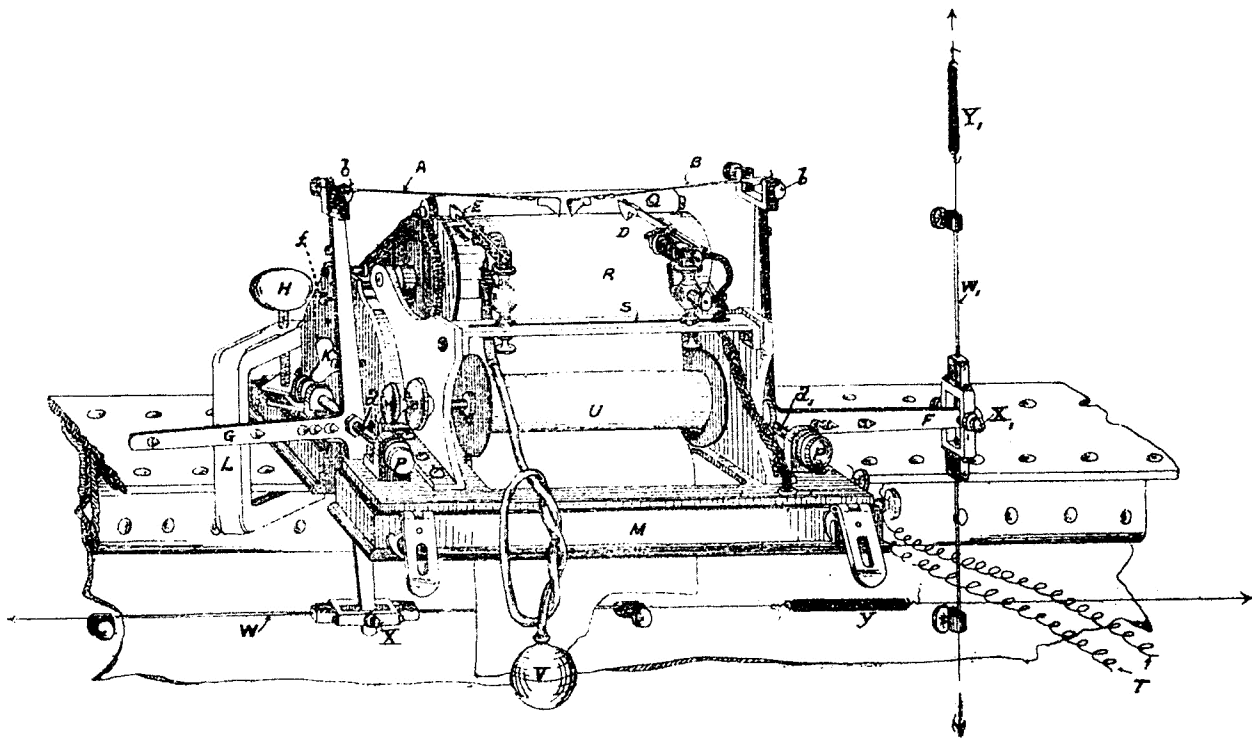
第八圖



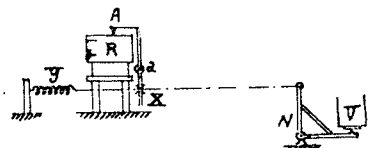
第九圖



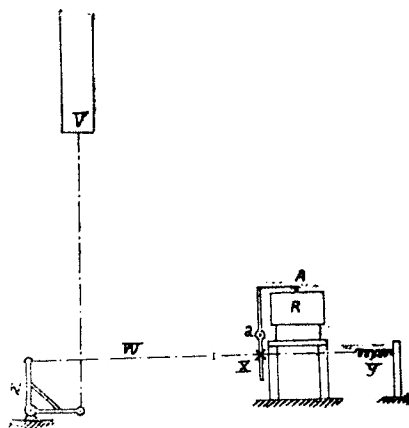
第十圖



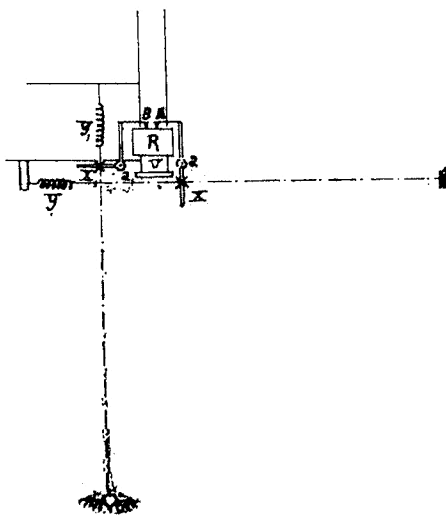
第十二圖



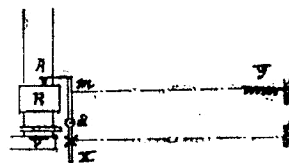
第十一圖



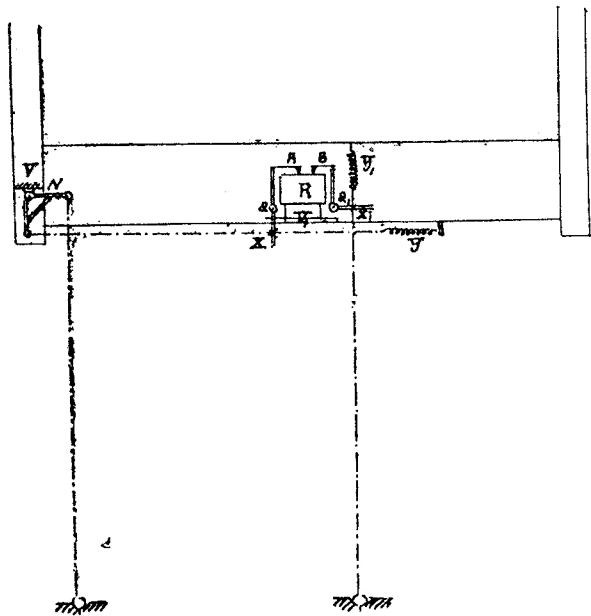
第十四圖



第十三圖



第十六圖



第十五圖

