

## ROSEリポジトリいばらき（茨城大学学術情報リポジトリ）

Title	橋梁上のボギー車の振動(續報)
Author(s)	森, 禎
Citation	茨城大学工学部研究集報(2(1)): 45-49
Issue Date	1949-09
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10109/7501">http://hdl.handle.net/10109/7501</a>
Rights	

このリポジトリに収録されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作権者に帰属します。引用、転載、複製等される場合は、著作権法を遵守してください。

お問合せ先

茨城大学学術企画部学術情報課（図書館） 情報支援係  
<http://www.lib.ibaraki.ac.jp/toiawase/toiawase.html>

## 橋梁上のボギー車の振動 (續報)

On the Vibrations of a Bogie Railway Carriage  
on a Bridge. (Continued)

森 禎 (Tei Mori)

ABSTRACT — In the previous report, I put forward a theory on the vibrations of a bogie railway carriage running on a bridge, assuming that the carriage body was supported by coil springs set on the wheel axles. But in actual construction, there are two kinds of springs, plate and coil, on the wheel axles, so that in this paper, I have studied the modification of the previous theory in the present case.

Lastly I compared the maximum amplitudes of vibration calculated by the formula expressed in my reports with experimental data measured by the vibration recorder, set on the carriage floor, and have found a fair coincidence between them.

### 摘要

橋梁上のボギー車の振動(前報)においては、橋梁上を走る車輛には鈎合ばねのみがあるものとして考えたが、実際には枕ばね、鈎合ばねの二組があるので、今回は両方のばねが作用するものとして車体の上下動振幅を考えて見た。最後に計算から求めた車体の上下動最大振幅と実測値とを比較してみても割合によく合致するのを認めた。

### 第1節 車輛及び橋梁の自己振動

前号(第1巻第1号24頁)に示した  $y_1, y_3$  の外に

$y_2 =$  枕ばねの平衡の位置からの撓み  
とすれば

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= A_1 \sin(p_1 t + \alpha_1) + A_2 \sin(p_2 t + \alpha_2) + A_3 \sin(p_3 t + \alpha_3) \\ y_2 &= m_1 A_1 \sin(p_1 t + \alpha_1) + m_2 A_2 \sin(p_2 t + \alpha_2) + m_3 A_3 \sin(p_3 t + \alpha_3) \\ y_3 &= n_1 A_1 \sin(p_1 t + \alpha_1) + n_2 A_2 \sin(p_2 t + \alpha_2) + n_3 A_3 \sin(p_3 t + \alpha_3) \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

但しこゝに  $m, n, p$  は定数,  $A, \alpha$  は任意常数である。

## 第2節 強制振動

前号才2節に示した仮定の下に強制振動の式を求めると

$$\begin{aligned}
 y_1 &= A_1 \sin(p_1 t + \alpha_1) + A_2 \sin(p_2 t + \alpha_2) + A_3 \sin(p_3 t + \alpha_3) + \lambda_1 \left\{ \sin \omega t \right. \\
 &\quad \left. + \sin(\omega t - l_1) \right\} + \frac{\lambda^3}{2} \left\{ \cos(\omega + \omega_0) t + \cos(\omega t + \omega_0 t - 2l_1) - 2 \cos(\omega - \omega_0) t \right\} \\
 &\quad + \lambda_7 \sin \omega_0 t \\
 y_2 &= m_1 A_1 \sin(p_1 t + \alpha_1) + m_2 A_2 \sin(p_2 t + \alpha_2) + m_3 A_3 \sin(p_3 t + \alpha_3) + \lambda_1'' \left\{ \sin \omega t \right. \\
 &\quad \left. + \sin(\omega t - l_1) \right\} + \frac{\lambda^3}{2} \left\{ \cos(\omega + \omega_0) t + \cos(\omega t + \omega_0 t - 2l_1) - 2 \cos(\omega - \omega_0) t \right\} \\
 &\quad + \lambda_7'' \sin \omega_0 t \\
 y_3 &= n_1 A_1 \sin(p_1 t + \alpha_1) + n_2 A_2 \sin(p_2 t + \alpha_2) + n_3 A_3 \sin(p_3 t + \alpha_3) + \lambda_2 \left\{ \sin \omega t \right. \\
 &\quad \left. + \sin(\omega t - l_1) \right\} + \frac{\lambda^4}{2} \left\{ \cos(\omega + \omega_0) t + \cos(\omega t + \omega_0 t - 2l_1) - 2 \cos(\omega - \omega_0) t \right\} \\
 &\quad + \lambda_8 \sin \omega_0 t
 \end{aligned} \tag{2}$$

但し  $\omega_0$ ,  $l_1$ ,  $\omega$  及び  $\lambda_1$  乃至  $\lambda_8$  は前号に示した通りであり,  $\lambda_1''$ ,  $\lambda_3''$ ,  $\lambda_7''$  は速度によってかわる値である。

この場合にも前号と同じく, 車輛の質量は常に橋梁の中央にあるとして車輛及び橋梁の振動の式を求めたのであるから, 橋梁と台車が上述のような振動をするときにその上を通る車体がどんな振動をするかを考え, その振動の式と車体の振動の式とを比較してみても近似的に合致するのを確かめた。

## 第3節 減衰強制振動

枕ばねの減衰摩擦力もやはり速度に比例するものと仮定すれば強制振動の項は前号にならって

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 2A_1 \left\{ \sin(\omega t + \alpha_1) \sin \omega_0 t + \sin(\omega t + \alpha_1 - l_1) \sin(\omega_0 t - l_1) \right\} \\
 &\quad + A_6 \sin(\omega_0 t + \alpha_6) \\
 y_2 &= 2A_1' \left\{ \sin(\omega t + \alpha_1') \sin \omega_0 t + \sin(\omega t + \alpha_1' - l_1) \sin(\omega_0 t - l_1) \right\} \\
 &\quad + A_6' \sin(\omega_0 t + \alpha_6') \\
 y_3 &= 2B \left\{ \sin(\omega t + \beta_1) \sin \omega_0 t + \sin(\omega t + \beta_1 - l_1) \sin(\omega_0 t - l_1) \right\} \\
 &\quad + B_6 \sin(\omega_0 t + \beta_6)
 \end{aligned} \tag{3}$$

となる。こゝに  $A_1'$ ,  $A_6'$ ,  $\alpha_1'$ ,  $\alpha_6'$  も前号に示した  $A_1$  乃至  $\beta_6$  のように速度によってかわる値である。

故に橋梁上のボギー車の絶対振幅は(3)式の  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$  を加え合せたもので

$$y_1 + y_2 + y_3 = r \{ h(a+b-\omega_0^2) - h'c \} / \{ (a-\omega_0^2)(c-\omega_0^2)(r-\omega_0^2) - b\omega_0^2(r-\omega_0^2) - S\omega_0^4(a+b-\omega_0^2) \} \quad (4)$$

但し前号の  $h, h'$  と同じく  $r$  も亦定数である。最大振幅は

$$(y_1 + y_2 + y_3)_{\max} = \left( r \{ h(a+b-\omega_0^2) - h'c \} / \omega_0 \{ g(c-\omega_0^2)(r-\omega_0^2) + u(a-\omega_0^2)(c-\omega_0^2) + n(a-\omega_0^2)(r-\omega_0^2) - \omega_0^2 \{ b u + q u n + j(r-\omega_0^2) \} - S\omega_0^4(j+g) \} \right) \omega_0 = p_1, p_2 \text{ または } p_3 \quad (5)$$

但し前号の  $n, g, j$  のほかに  $u$  も亦定数である。

特別に橋梁の減衰力が無限大になり、橋梁の振動せぬときには軌道上を車輛が走る場合になつて (4), (5) 式はそれぞれ

$$y_2 + y_3 = h r / \{ (c-\omega_0^2)(r-\omega_0^2) - S\omega_0^4 \} \quad (6)$$

$$(y_2 + y_3)_{\max} = h r / \omega_0 \{ u(c-\omega_0^2) + n(r-\omega_0^2) \} \quad (7)$$

となり、また  $y_2 = 0$ 。すなわち枕ばねの振動せぬときは  $r = \infty$  となり、釣合ばねのみ振動することとなり、(4), (5) 式は

$$y_1 + y_3 = \{ h(a+b-\omega_0^2) - h'c \} / \{ (a-\omega_0^2)(c-\omega_0^2) - b\omega_0^2 \} \quad (8)$$

$$(y_1 + y_3)_{\max} = \{ h(a+b-\omega_0^2) - h'c \} / \omega_0 \{ n(a-\omega_0^2) + g(c-\omega_0^2) - j\omega_0^2 \} \quad (9)$$

となり、前号の (4), (5) 式と一致する。

#### 第4節 実験

橋梁上の車輛は、枕ばねと釣合ばねの共同振動と、釣合ばねの單獨振動の両方の集合したものであつて前号に引用した電車について計算から求めた車体の上下動最大振幅を共同振動は A、單獨振動は B を以て第 1, 2 図に示してある。また實際同線でも車体の床上で測つた橋梁上の車体の上下動最大振幅は各圖に X 印で示してある。これらの圖でわかるように割合よく合致しているといわれる。

一般に車輛は橋梁の上も、軌道の上も走るものであつて、上記電車について計算から求めた軌道上の車体の上下動最大振幅において共同振動及び單獨振動をそれぞれ第 2 図に C, D を以て示してある。同線でも車体の床上で測つた軌道上の車体の上下動最大振幅は同圖に + 印で示してある。多少の差はあるが、これも割合に合致しているといえよう。この結果から次の事柄がわかる。

(1) 橋梁上も軌道上もボギー車の上下動最大振幅は大差がない。

(2) ボギー車は通常の速度では橋梁上でも軌道上でも枕ばねと釣合ばねの

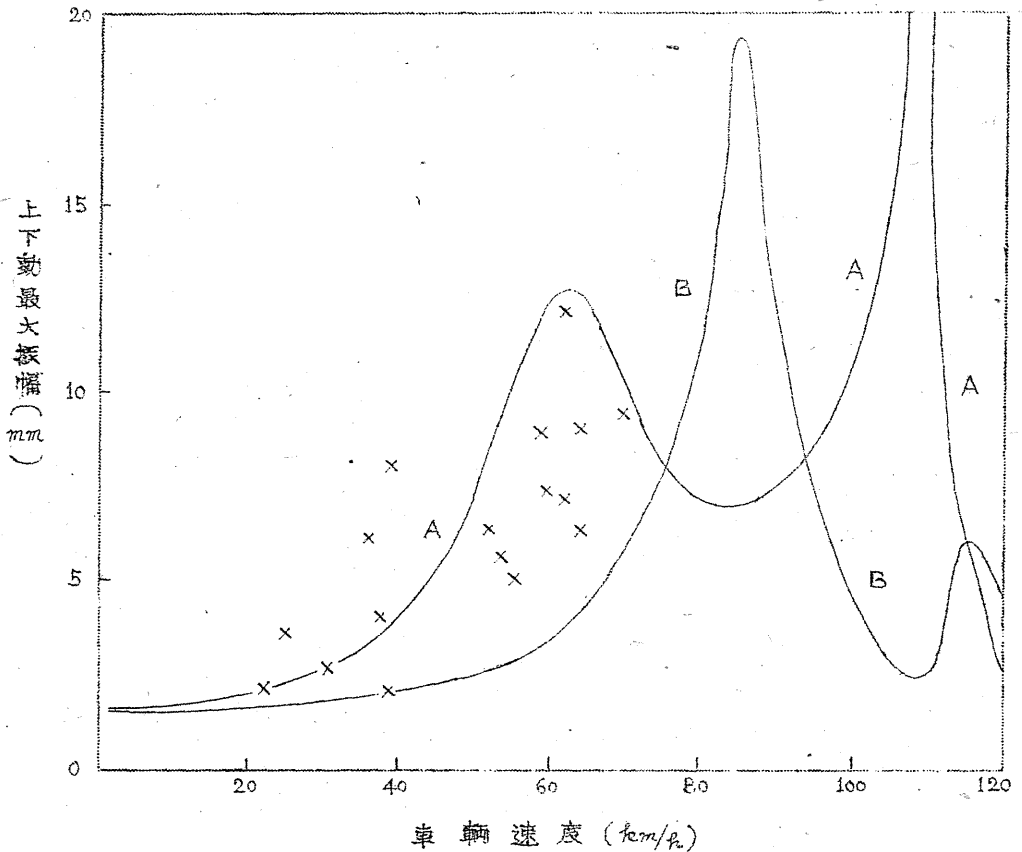
両方と釣合ばねのみの振動の集合であると考えられる。

(3) ボギー車の上下動最大振幅を減少するには枕ばねを作用させることが有効である。

(4) 上下動、左右動何れもボギー車が軌道上で必要な条件<sup>\*</sup>は橋梁でもあてはまることが推定できよう。

(訂正：前号上下動最大振幅と車輛速度関係図のBは実は今回の才2図Cに相当するのでその最大振幅が61 km/hのところで大きくなりすぎたから今回の才1図のように訂正して頂きたい。又(4)、(5)式の番号が前号におちている。)

第 1 図



\* 森： 機械学会論文集 才1巻才5号 昭10-11, 452頁参照

第 2 圖

