

第4会場(1)~(21) (橋梁及び構造物・鉄道)

5月25日 早稲田大学商学部教室

(4-1) 軌道の速度衝撃

正員 国鉄鉄道技術研究所 佐藤 裕

概要 車両の走行によつて軌道に生ずる各種変形が速度に如何に関係するかを明かにし、速度の影響を軽減する方法を考え、列車の速度向上と軌道保守労力の節減に役立てることを目的とする。先ず軌道の各種変形に関する信頼しうる実測資料を求めてこれらを比較考量した結果、レール支持体の振動が最も重要であり、このうち枕木の曲げ振動は特に注目すべきであつて、且つ枕木長を変えることによつてその振動を著減させうることが判つた。

I. 軌道変形の実測結果

1) レールの変位と応力 速度と共に増大するといふ傾向は見られないことは 図-1~2 の通りである。

図-1 レールの沈下

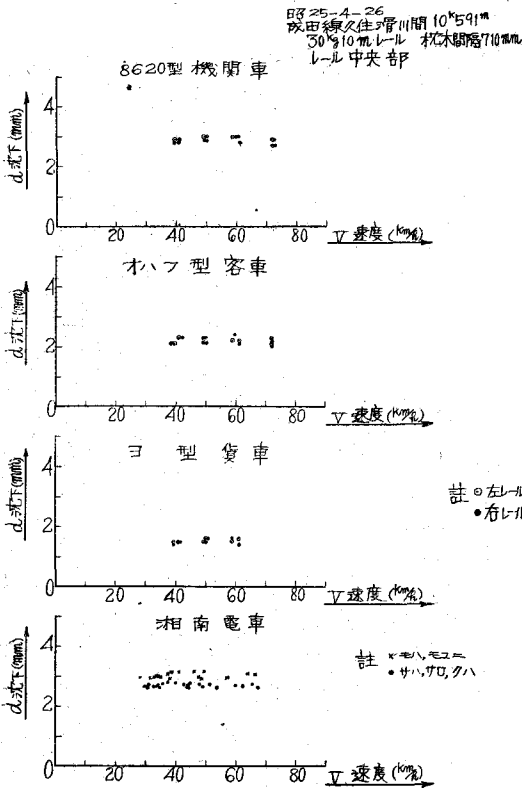
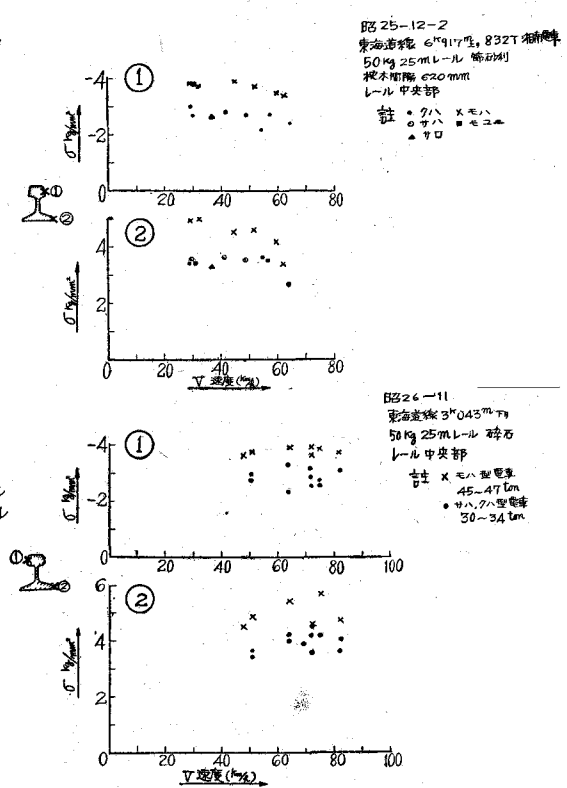


図-2 レールの応力



2) レール支持体の変位と振動 道床振動の振動数は速度によつて変わらないことは 図-3 から、また加速度の大きさは速度に比例して増大する傾向は 図-4 から判る。

II. 軌道変形の理論

- 1) レールの振動
- 2) 路盤の振動 定速移動荷重による変形は 600 km/h 位までは静荷重による変形がそのまま移動するとし
てよい。
- 3) 枕木の振動 従来全く無視されていたが道床振動に対するこの影響は大きい。高次の振動のうち路盤の

図-3 道床振動加速度の振動数

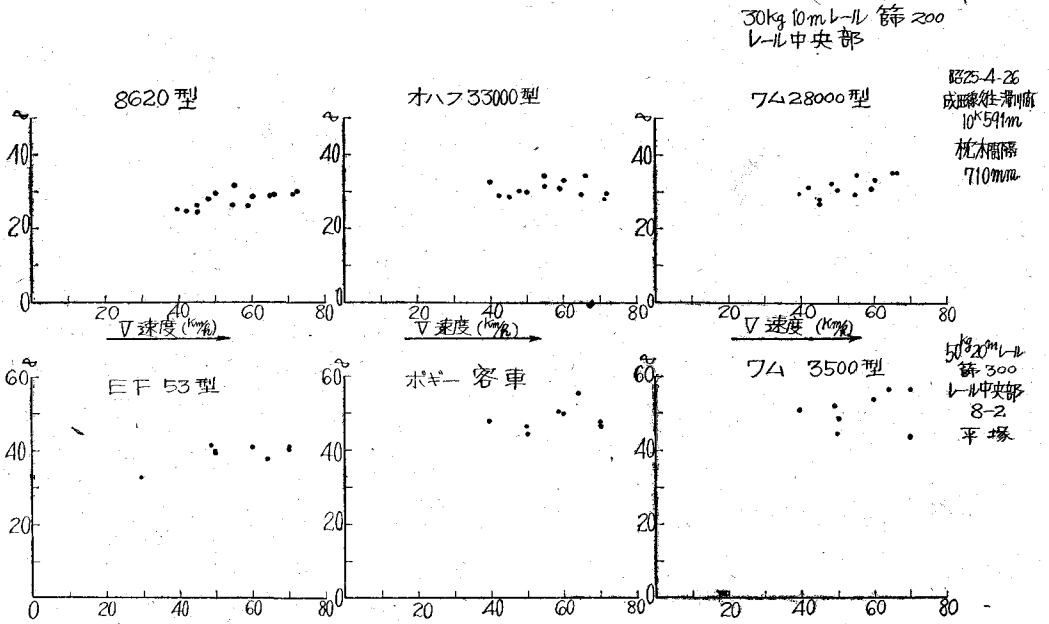
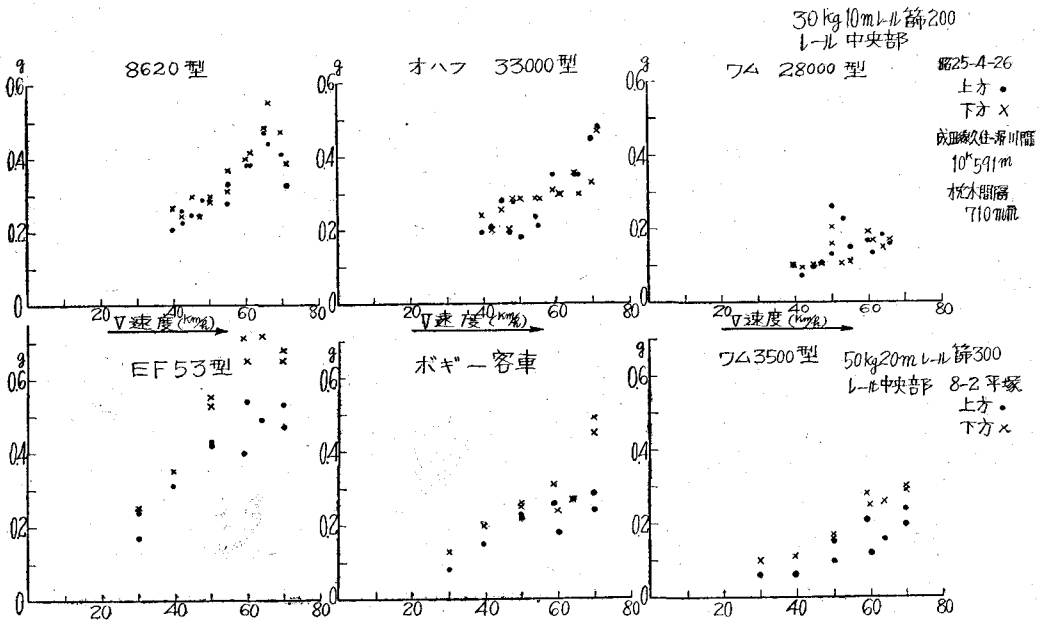


図-4 道床振動加速度の大きさ

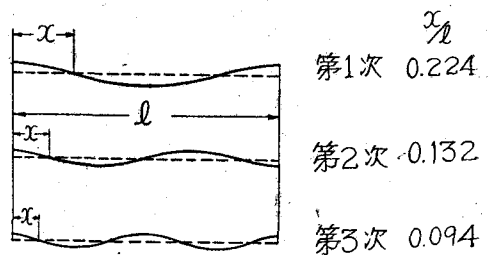


卓越振動数に近いものが道床振動に大きく響くからこれを消すためにレールが枕木の1次振動の Node にくるようにするには枕木長を現用より 10cm短くすればよい。

III. 道床振動加速度による列車の速度制限 列車の速度を制限するのに道床加速度を尺度とする。

IV. 枕木の寸度 国鉄軌道調査成績報告に枕木長さによつて道床作業実働延時間の相異を比較した例があるがこれを推計学的に検定すれば枕木を 2m にすると確か

図-5



に作業量は減少しその程度は約 30% と考えられる。

V. 枕木振動についてのドイツの研究との比較 コンクリート枕木の曲げ振動による応力増加を主に扱っている。

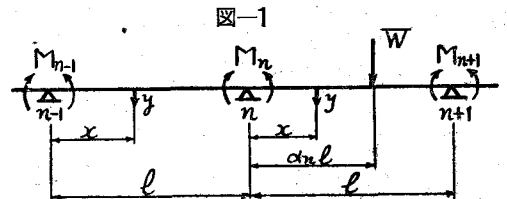
(4-2) レールに作用する衝撃荷重の影響について

正員 山口大学工学部 最上 幸夫

1. 緒言 走行車輛がレールに突然作用して衝撃効果を及ぼすようないわゆる過渡現象について考察し、このような衝撃荷重によつてレール及び枕木に生ずる動的応力の近似的解析の 1 方法を述べる。このような取扱い方は高速車輛が、レール接目や分岐を通過する際とか、車輪もしくはレール面に異常な不整が存在する時あるいは下り勾配線で列車が加速され特に激しい動揺が現われるような場合の解析法として一つの手掛りを与えるものであり、また理論上レールに生じうる応力の最大値を一応押さえることができるものと思われる。

2. 算式の誘導 これについては渋谷氏の場合と同様であるから省略し、得た結果のみ記せば、

図-1 の如き連続梁の 1 部に 1 荷重が作用する場合、 n 支点について次式が成立する。



$$\begin{aligned} & \left(\frac{6EI}{Kl^3} + \frac{7}{30} \frac{\rho Al}{K} p^2 \right) \bar{M}_{n-2} + \left\{ \left(1 - 4 \frac{6EI}{Kl^3} \right) + \left(\frac{31}{420} \frac{\rho Al^4}{6EI} + \frac{1}{15} \frac{\rho Al}{K} - 9 \frac{EI \rho A}{K^2 l^2} p^2 \right) \bar{M}_{n-1} \right. \\ & + \left\{ \left(4 + 6 \frac{6EI}{Kl^3} \right) + \left(\frac{37}{105} \frac{\rho Al^4}{6EI} - \frac{3}{5} \frac{\rho Al}{K} + 16 \frac{EI \rho A}{K^2 l^2} p^2 \right) \bar{M}_n + \left\{ \left(1 - 4 \frac{6EI}{Kl^3} \right) + \left(\frac{31}{420} \frac{\rho Al^4}{6EI} \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{1}{15} \frac{\rho Al}{K} - 9 \frac{EI \rho A}{K^2 l^2} p^2 \right) \bar{M}_{n+1} + \left(\frac{6EI}{Kl^3} + \frac{7}{30} \frac{\rho Al}{K} p^2 \right) \bar{M}_{n+2} = f_1(p) \dots \dots \dots (1) \right. \end{aligned}$$

ここに、 EI : レール曲げ剛性、 ρ : レール密度、 A : レール断面積、 K : 枕木支点の基礎反力係数、 $\bar{M}_{n-2}, \bar{M}_{n-1}, \dots$ はそれぞれ $n-2, n-1, \dots$ 支点の支点モーメントに演算子法を施したもので、 p は演算子を表わし、 $f_1(p)$ は荷重によつて生ずる項を演算子法で表わしたものとす。上式の関係は他の支点でも同様に成立し、 $n+1, n-1, n+2$ 支点については右辺の項はそれぞれ $g_1(p), f_2(p), g_2(p)$ で表わされ、その他の支点では右辺=0 となる。これらの式は静的の場合の 3 連モーメント式に代るべきもので動的 5 連モーメント式と称すべきものである。1 荷重の影響がスパン左右の枕木 10 挺に及ぶものとすれば、理論上上式を解くことができるが、極めて複雑となり到底実際の間に合わないのて実用的近似法として、左辺中央のモーメント項による振動の影響が最も顕著なものと仮定すれば、上式は近似的に次の如く表わされる。

$$\bar{M}_{n-2} - R \bar{M}_{n-1} + S \bar{M}_n - R \bar{M}_{n+1} + \bar{M}_{n+2} = \frac{Kl^3}{6EI} \frac{f_1(p)}{1 + \beta^2 p^2} \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 R, S, β は常数である。従つて(2)式は定差法の理論によつて割合簡単に解くことができ、 \bar{M}_n が求めれば、これを Laplace の変換によつて表領域に直せば、所要の支点モーメント M_n が得られる。

3. 枕木に生ずる動的応力 (省略)

4. 数値計算例

- $W = 7500 \text{kg}$, $l = 75 \text{cm}$, $\rho = 8.01 \times 10^{-6} \text{kgcm}^{-4} \text{sec}^2$
- レール 50kg ($I = 1744 \text{cm}^4$, $A = 64.33 \text{cm}^2$)
- $E = 2100000 \text{kg/cm}^2$, $v = 20 \text{m/sec}$, $K = 17000 \text{kg/cm}$
- (軌道係数 $\gamma \doteq 4.0$ に相当する。)

以上の数値を用い、図-2 の場合について著者の方法によつて支点 0 で衝撃が加えられてから荷重の移動に伴い荷重点直下に生ずるモーメント値を求め、これを図示すれば図-3 の如くなる。

