

神戸大学工学部 正 北村泰寿 大阪市役所 正 ○永沢章行

1. まえがき：走行車両による路面地盤振動の理論的取り扱い、車両モデル化することの問題、地盤を仮する弾性波が複雑であるなどにより、あまり行なわれていないように思われる。本文では、走行する車両による地盤振動の状況を知らずため、もっとも基本的な問題として、Fryba論文より解法を引用し、一定荷重が一一定速度で移動する場合の解析を行なう。なお、解法には、地盤を半無限弾性体と考へ2次元フーリエ変換を利用する。また、荷重は、自動車走行時のように、作用しはじめた十分時間が経過している、いわゆる定常状態にあるものとする。

2. 理論解：等質、等方性の半無限弾性体において、 x_1 軸上正の方向に、走行速度 C で動く一定荷重 P と考へる。(図-1 参照)

この場合の地表面の振動を3次元の1次元の上下方向の単位 (w) は、次のように与えられる。

$$w = \frac{-P}{4\pi^2 G} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\alpha_2^2 \cdot g_1^2 \cdot \sqrt{1-\alpha_1^2}}{\{(2-\alpha_2^2)g_1^2 + 2g_2^2\}^2 - 4\sqrt{(1-\alpha_1^2)g_1^2 + g_2^2} \sqrt{(1-\alpha_2^2)g_1^2 + g_2^2} (g_1^2 + g_2^2)} \cdot e^{i(2g_1 + g_2 x_1)} dg_1 dg_2 \quad \text{----- (1)}$$

さらに、上下方向振動速度 (v) は、次式で与えられる。

$$v = \frac{PC}{4\pi^2 G} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{i \cdot \alpha_2^2 \cdot g_1^2 \sqrt{1-\alpha_1^2}}{\{(2-\alpha_2^2)g_1^2 + 2g_2^2\}^2 - 4\sqrt{(1-\alpha_1^2)g_1^2 + g_2^2} \sqrt{(1-\alpha_2^2)g_1^2 + g_2^2} (g_1^2 + g_2^2)} \cdot e^{i(2g_1 + g_2 x_1)} dg_1 dg_2 \quad \text{----- (2)}$$

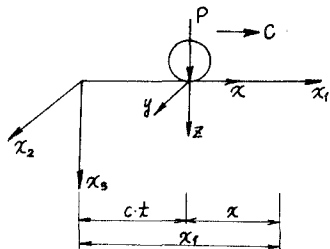


図-1 座標系

ここで、 G ：せん断弾性定数、 $\alpha_1 = C/V_L$ 、 $\alpha_2 = C/V_S$ 、 V_L ：縦波速度、 V_S ：横波速度。

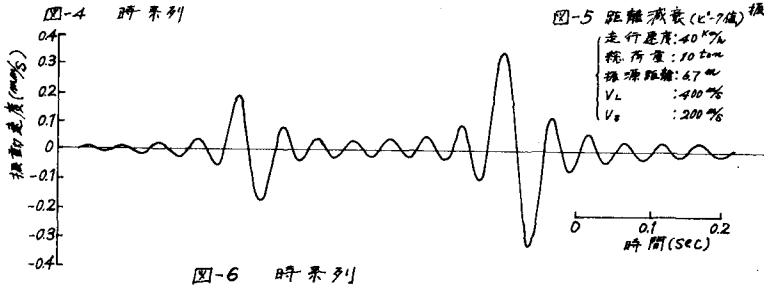
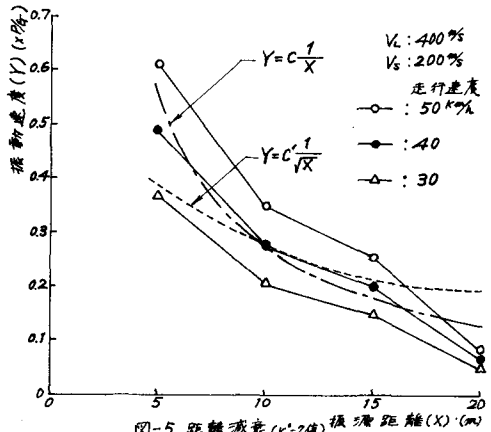
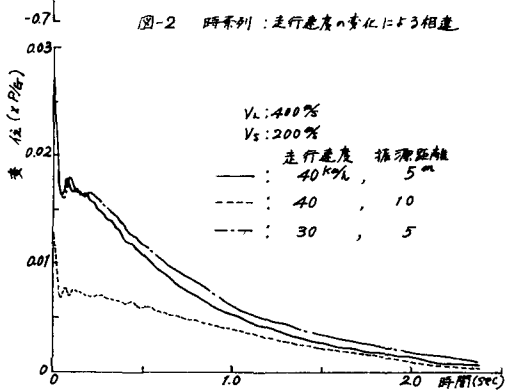
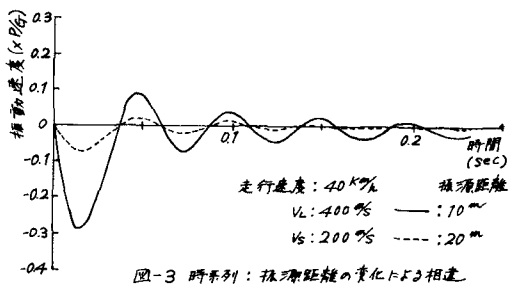
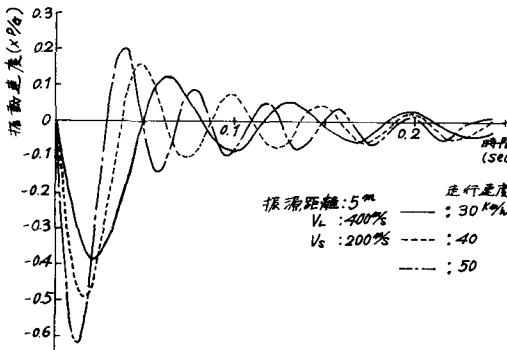
3. 数値計算：(1)、(2)式を数値計算する方法として、高速フーリエ変換 (FFT) を使用し、

◎走行車両による周波数領域が 50 Hz までとし、過去の測定結果²⁾を参考にして中心周波数は、 $10 \sim 20 \text{ Hz}$ 付近とする。◎測定点が振源より $50 \sim 60 \text{ m}$ 以上離れると影響はないとして、さざみ幅を決定する。◎Rayleigh波速度は、おおよそ 200 m/s 前後の値を想定する。◎FFTの収束性、などを考慮して、演算に用いる諸定数は、さざみ幅 $= 0.057$ 、(1)、(2)式において、フーリエ逆変換される関数の離散値の個数 $= 200$ 個、FFTの個数 $= 1024$ 個、 $V_L = 400 \text{ m/s}$ 、 $V_S = 200 \text{ m/s}$ 、ポアソン比 $= 1/2$ を用いる。

4. 計算結果：図-2, 3, 4に振動速度、変位の時系列を示す。同図より、走行速度の変化による振動速度の影響は、走行速度が大きくなるに従い、ピーク値は大きく、周期は短くなる。しかし、振源距離が大きくなって (20 m ぐらいまで) 周期の変化はそれほど見られない。また、変位については、周期は長く、振源距離が 5 m から 10 m になると振幅は半分程度に減り、走行速度の変化による振幅の違いはほとんど生じていない。また、変位は、荷重が測点に最も近かった時、特に高周波成分が表れていること、また荷重が測点より遠くにある時よりも近かった時の方が変位度が高いことなどより、振動速度は、荷重通過時の減衰の程度が大きくなっている。これらのことより、走行速度の影響は変位よ

りる振動速度、すなわち、低周波成分よりも高周波成分に影響を与えたと見られる。図-5に走行速度別ピーク値の距離減衰を示す。同図より、振源距離が大きくなると、走行速度の違いによる値の差は小さくなっている。また、減衰の程度は倍距離で $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ になっている。なお、図-2～5には、実際の値を求めるには P/Q と算出する必要がある。図-6には、総荷重 10 ton とし、前・後輪にそれぞれ総荷重の $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{2}{3}$ がかかるとし、また地盤硬度を 2.2 g/cm^3 として求めた振動速度の時系列を示す。なお、車輪のホイールベースを 1.7 m と仮定した。

5 必すび：本文の解析方法はモデルが簡単であるため、今後、走行車両の接点圧の問題、走行中の走行速度の変化の影響、地盤の物理的諸性質の決定方法、路面状態の考慮の手法など、種々の問題が残されており、検討する必要がある。



- 1) L. Fénya: Vibration of Solids and Structures under Moving Loads, Noordhoff I.P.
- 2) 畑中元弘, 北村泰寿: 走行車両に付する路面の振動, 建設工学研究所報告 No. 15, 昭48.4