

東北大学 工学部 河上 彦義
同上 〇 柳沢 栄司

§1. はしがき

近年、交通荷重の増加や高速度運転にともなう地盤振動の影響が問題とされてきているが、このような地盤振動の大きさは車両の重量や走行速度をはじめ、構造物の規模や基礎の種類、基礎地盤の構造および振動的性質などによって差異があり、この実態についてはまだよく知られていない点がある。将来の地盤振動の有効な防止法を考えるためには、このような地盤振動の特性を詳しく把握する必要がある。本報告は、列車が高架構造物の上を高速で通過する際に附近の地盤に生ずる振動を測定し解析した結果をとりまとめたものである。

§2. 測定結果

測定に使用した計器は変位型振動計（固有周期1秒）および加速度型地盤計（固有周期0.33秒）である。測定に際しては列車の進行方向に対して直角に測線も設け、ピア下矢より適當な間隔で測定をおき、各測点において水平動2成分、上下動1成分を同時測定した。なお、入力振動を知るためにピア下矢で常に3成分の測定を行い、各データ向の基準化が行えるようにした。各測定データは最初、波形の最大値とこの最大値を与える時の最大周期を読みとられ、次いでフーリエ解析がなされた。

図-1は地盤条件の異なる2地区における測定結果を示すものである。図中の黒丸、白丸、×印はそれぞれ列車進行方向に対し直角、平行、上下方向成分を示す。同図において最大振幅が距離と共に減少するいわゆる距離減衰がA地区では明瞭に見られるが、F地区においては直角方向の値においてこの傾向は顕著ではない。F地区は旧湖沼地帯で軟弱層がかなり厚いためにクイ基礎を用いており、上下および平行方向の拘束があるためにこの方向の振動がきわめて小さくなっているのを知り、A地区では基礎形式が異なるため振動の現れ方にかなりの差異があるものと思われる。特にF地区においては平行方向および上下方向の振動が小さいこと、距離減衰が明瞭でないこと、15m地点で直角方向・上下方向振動が最大になることなど特徴的なことが見られる。一般に、距離減衰は

$$A = \frac{C}{\sqrt{r}} \exp(-ar) \quad (1)$$

の形で示される¹⁾。図中の曲線は $C=500$ 、 $a=0.01$ の場合を示したもので、A地区の結果とはよく一致するようである。

図-2は同時に測定した加速度の最大値と距離との関係を示したものであるが、変位測定の場合と量、上下方向の振動が他の成分より大きく、しかも50m近くまであまり減衰せずに振動が伝わっているのが知られる。

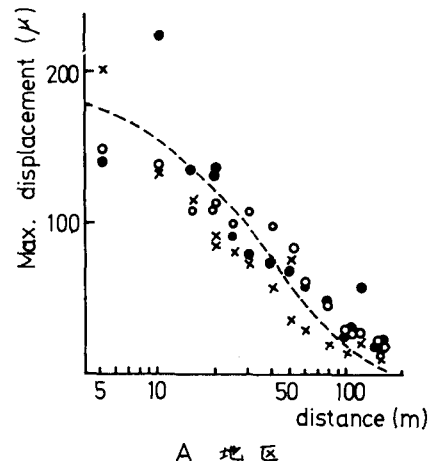
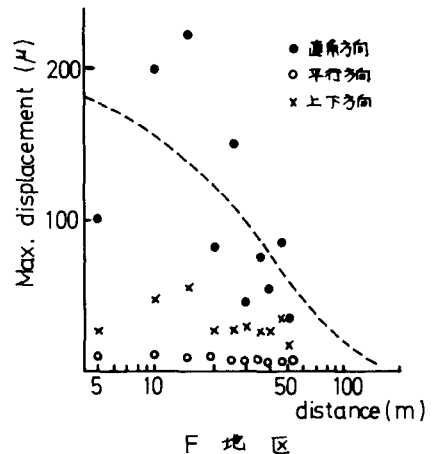


図-1 最大変位と距離の関係

§3. 数値解析

半無限弾性体中は円筒座標系 (r, θ, z) を考え、そのうちの座標 z 方向の変位 $w(u, v, w)$ とする。いま、簡単のために周期集中荷重が地表面下 H の深さで鉛直方向に加わるものと仮定（ E 時、 (r, z) 系における変位 w は ²⁾

$$w = -\frac{P}{2\pi G} e^{i\omega t} \int_0^\infty G(\xi) d\xi \quad (2)$$

$$\text{ここで } F_1 + iF_2 = \int_0^\infty G(\xi) d\xi \quad (3)$$

とする。たゞし

$$G(\xi) = \frac{-\xi\sqrt{5^2-\xi^2} e^{c(\sqrt{5^2-1}-\sqrt{5^2-\xi^2})} + 2\xi^3\sqrt{5^2-\xi^2} \{e^{-c(4\sqrt{5^2-1}-\sqrt{5^2-\xi^2})} - e^{c(\sqrt{5^2-\xi^2}-\sqrt{5^2-1})}\}}{4\xi^2\sqrt{5^2-\xi^2}\sqrt{5^2-1} e^{c\sqrt{5^2-1}} - (1-2\xi^2) e^{c\sqrt{5^2-1}} - e^{c(\sqrt{5^2-\xi^2}-\sqrt{5^2-1})}} J_0(a\xi) d\xi \quad (4)$$

である。ここで γ, j, c 等は弾性定数、振動数および加振点の位置によって定まる定数である。上下振動の振中は変位函数の絶対値の比値するので、 $V_p = 600 \text{ m/sec}$ 、 $\nu = 0.3$ 、 $f = 20 \text{ Hz}$ 、 $H = 5 \text{ m}$ と仮定して式(3)を用いて F_1, F_2 および $\sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ を求めると図-3の如くなる。

いま、 $P = 10 \text{ t}$ として加振点の深さ $5, 10, 15 \text{ m}$ に変化させるときの地表面での鉛直変位を求めると図-4の如くなる。加振点の浅い場合には距離減衰が明確であり、実験結果ともよく一致しているが加振点の深くなると顕著な傾向が見られなくなる。

参考文献

- 1) 小林孝正 建設における地盤振動の影響と防止 鹿島出版会
- 2) 田治見 宏 建物と地盤の相互作用 建築構造学系 地震工学
- 3) 河上・柳沢 走行荷重による地盤の振動について、中10国土工学研究発表会講演集 (1975)

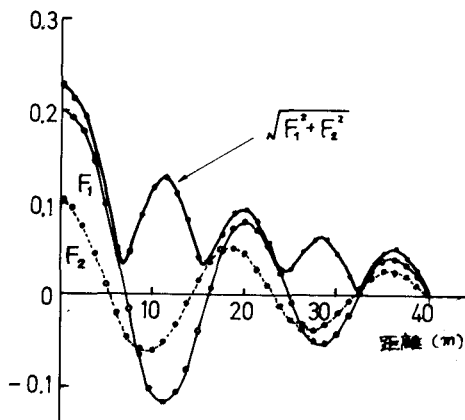


図-3 変位函数 F_1, F_2 と絶対値

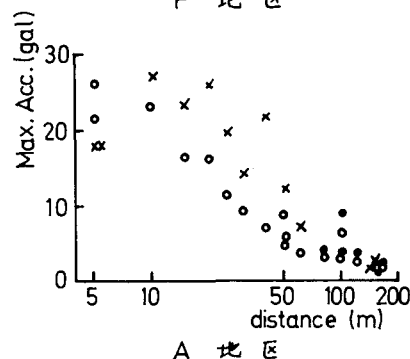
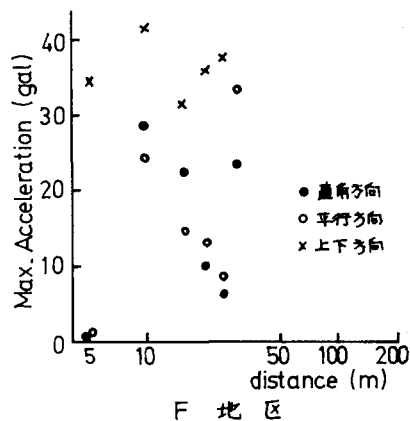


図-2 最大加速度と距離の関係

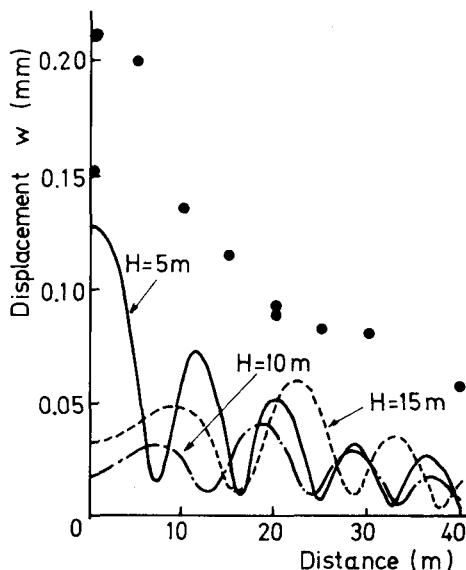


図-4 実験値と計算値との比較