

§ 1 ま え か き

国民の眼が公害問題に向いている昨今、走行車輛による振動公害も一部住民の間では大きな感心事となつてきている。関係官公庁においても、その対策にもちうんのこととあるが、それ以前に走行車輛による地盤振動特性について十分把握することが必要となつてきたことはいうまでもない。そこで今回ここに報告するのは、埼玉県にある川口—上尾線(通称、産業道路)の堀の内—天沼間の約300mの区間において、車輛の走行速度および道路舗装等と路盤振動との関係を、測定解析した結果を報告するものである。

§ 2 測定条件

現地測定は全項目にわたり連続24時間測定を行った。交通量調査に関しては、走行車輛台数のみならず走行速度の計測も実施した。振動測定に関しては、上り線、下り線に各2地実、計4地実を釐定し、それぞれの測定地実に対しては、道路進行方向に直角に、

1(路片部)、2(路片部より7.5mの地実)、3(同15mの地実)の3ヶ所に加速度変換器取付杭を設置し、各杭頭にはX、Y、Z方向の加速度変換器を取り付け走行車輛による地盤振動を測定した。また、路床および舗装状態と振動との関係を求める目的で、同区間の道路改修工事前後にわたって同様の測定を実施した。走行車輛による振動加速度の測定方法は、加速度変換器より地盤の振動加速度を入力し動歪測定器により加速度を測定して、データレコーダーに記録すると同時にモニター用としてラピコダーにより出力した。更に、解析時データレコーダーによる再生はローパスフィルターを用いて高周波成分を取り除き、所要の現象のみを取り出した。

§ 3 交通量調査

調査結果は、図-1、図-2に示す通りである。ここで特に注目しなくてはならないのが、車輛走行速度と走行車輛台数との関係である。即ち、走行速度と車輛台数のグラフの交差は上下車線とも速度45km/h、台数450台/h程度であり、本線の最も利用効率のよい状況を示しているといえる。

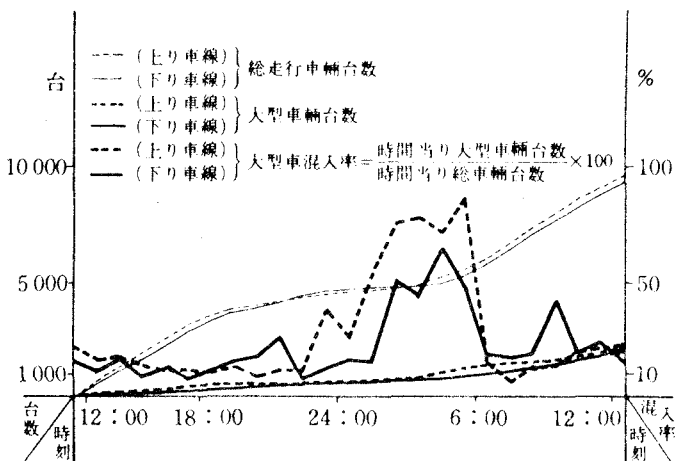
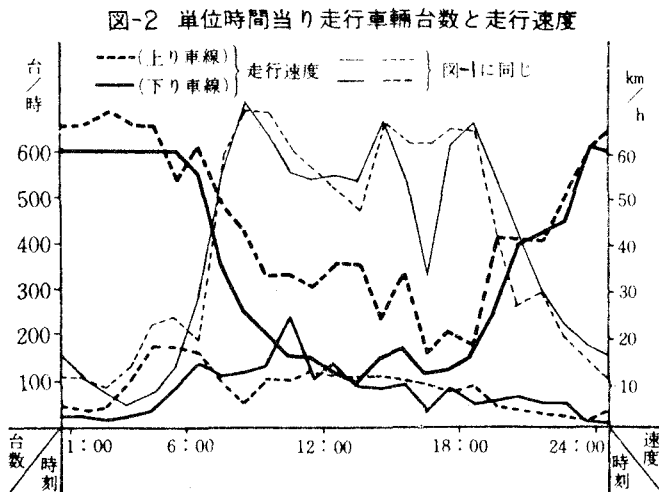


図-1 24時間走行車輛累加曲線



§ 4 地盤振動特性

従来地盤の振動特性については耐震問題等に關連して、常時自然微動の測定が行なわれており、それ等を資料より平均周期、卓越周期を調べてみると、0.3~0.5 sec.の周期頻度が大となり、しかも交通機関等の人工的影響が大きくはらずと0.1 sec.付近の頻度が大となることが知られている。

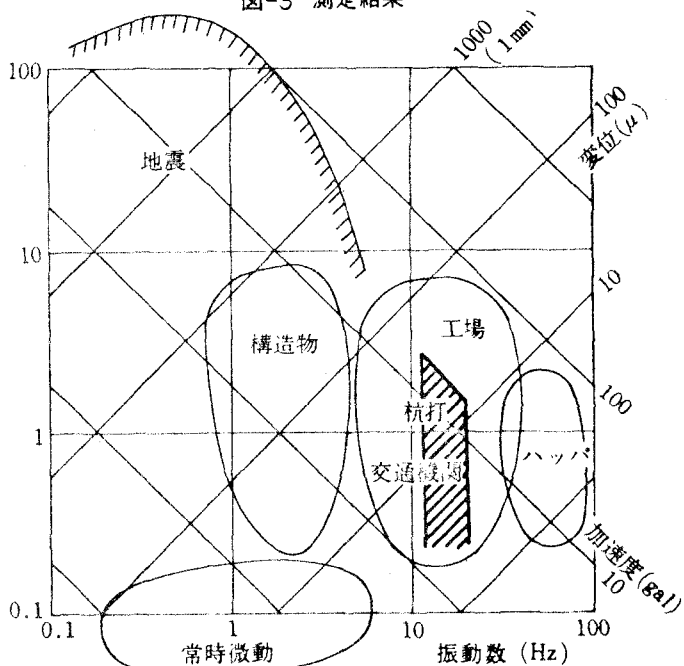
今回の測定結果では0.06 sec.付近の周期頻度が大となり平均振動数は約16 c/sであることが得られた。これは地盤に走行車輛（今回は特に大型車輛走行時に着目している）のよる比較的衝撃的な外力が作用すると高次の振動が生じ、短周期の振動が卓越するものと思われる。しかし今回の範囲では、振動源からの距離、車輛の走行速度等との関係性は見いだせなかった。

また、伝播速度を求め各距離における現象から位相差を読みとり、その平均値を出してみると測定地間の差はほとんどなく、約110 m/secであることが判った。

加速度の成分については、一般に加速度振幅とともに、上下振動成分（Y方向）と車輛走行方向に直交

な方向の水平振動成分（X方向）はほぼ等しく、車輛進行方向に平行な水平振動成分（Z方向）はかなり小さくなっている。今回の測定における道路に最も近い測点1の各振動方向の加速度1-X、1-Y、1-Zを比較してみると走行車輛による振動方向の成分は1-Xおよび1-Yは比

図-3 測定結果



加速度 (gal)

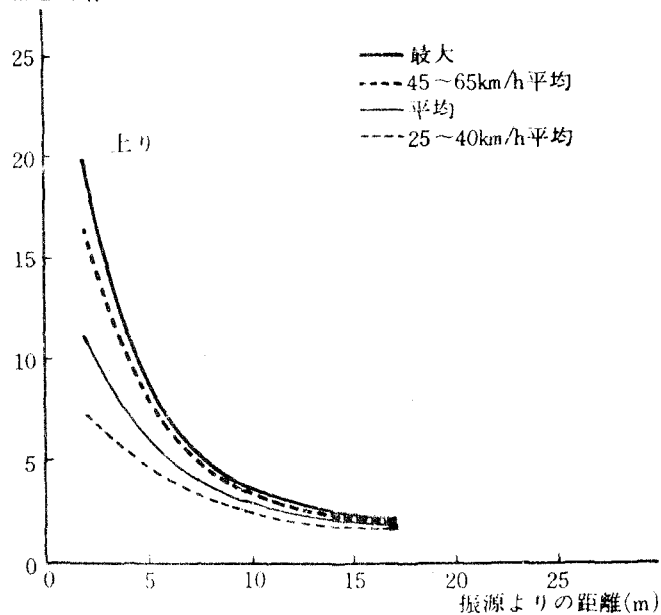


図-4 測点Aにおける距離による加速度の減衰(上下振動)

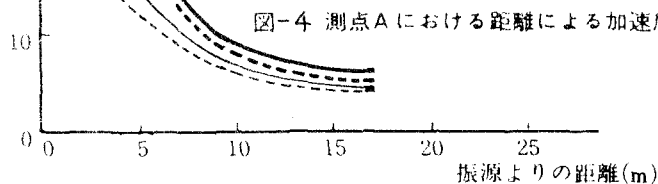


図-5 測点Aにおける距離による振幅の減衰(上下運動)

載的大きな値を示しているが、1-Z方向の振動成分は非常に小さく、特に路片部より7.5mにある2-Zおよび、路片部より15mの位置の3-Zでは常時微動程度の大きさの振動しか表われない。ここで、図-3に示したのは、鳥海氏の地盤および構造物の振動範囲に今回の測定結果を斜線で入れたものである。

従来、距離による振動の減衰を表わす式としては、波動を半無限弾性体の表面を伝わる Rayleigh 波と考えると、振幅は距離の平方根に逆比例して指数函数的に減衰するものとして、次式が一般に使用されている。

$$y_m = y_0 \sqrt{\frac{x_0}{x_m}} e^{-\alpha(x_m - x_0)}$$

但し、 y_0 ：振源より x_0 なる距離の点の振幅

y_m ：振源より x_m なる距離の点の振幅

α ：減衰係数

更に、距離による地盤加速度の減衰は各距離における同一車輛走行時の最大加速度を用いて求めた。また、距離による地盤の振幅に対する減衰は測定された量が加速度の大きさであるため、ここでは振動が正弦振動であると仮定して計算により求めた。以上の方法により、各測点別に地盤加速度、地盤振幅、振動数等をまとめてみる。図-4、図-5では、測点Aにおける加速度及び振幅の距離による減衰を示したものである。これ等の図より、走行車輛（大型トラック、大型バス等）による地盤振動の距離的な減衰は、加速度、振幅ともに指数函数的に減衰し、振動源より20mを越えるあたりではほとんど影響がなくなり常時微動とみられるようになる。また、各測点別に考えると振動数はほぼ一定であるが、加速度および振幅にはかなりの差があり、地盤の特性にかなり大きく左右されるようである。車輛の走行速度と地盤振動の関係を、図-6に示す。この図より判るように振動加速度に対しては走行速度が25km/hから65km/hの範囲においては、ほぼ直線比例関係にあるといえようである。振動振幅に対してはほぼ同様の傾向が見られた。反面、振動源より離れた測点においては、明確な相関性は認められなかった。

地盤振動の人体に与える影響について考えてみる。振動がどのように感じるかという人体の感受性に関する研究は、かなり古くから行われており、F.L.Meisterのものがよく引用されている。現在では、建築学会構造標準委員会でも、F.L.Meisterの忍限度曲線に従うことを提案している。図-7に示したのは、今回の測定結果を、F.L.Meisterの忍限度曲線と比較したものであり、同グラフ中のA曲線は振動の有感限度であり、C曲線は振動をよく感じる範囲の下限であり、B曲線はA、C曲線を緩和したものでありF.L.Meister

図-6 測点Aにおける走行速度と加速度の関係(1-Y, 上り)

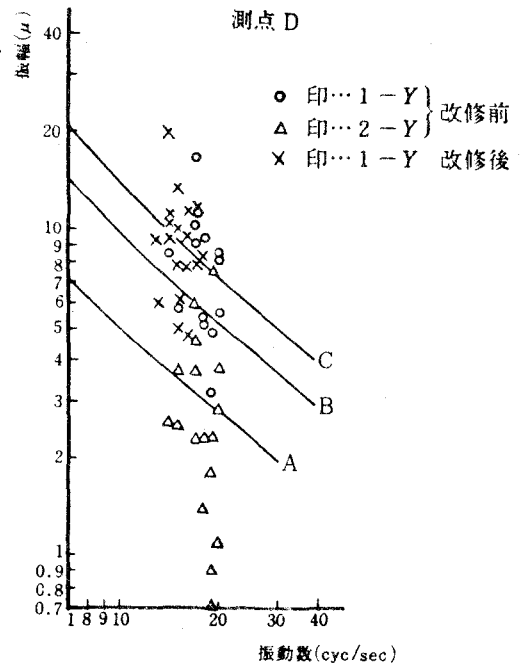
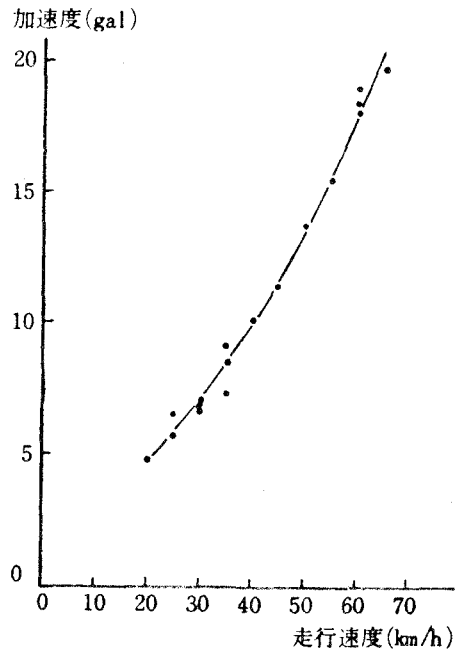


図-7 測点Dにおける有感曲線

の怒限度曲線と呼ばれるものである。こ
で判ることは、道路舗装の改修後により
も、振動数が減少しているが、その傾向は
変わっていないようである。

§ 5 改修後の振動

埼玉県大宮土木工務所の手で「路床改
良を含む舗装改修工事」が成されたので、前
述同様の方法で走行車両による地盤振動特
性を求め舗装改修前後について比較検討し
てみたのが、図-8、図-9である。こ
で判るように、距離による振動の減衰は改
修後の方が、はるかによい性状を示してい
る。また、振動周期について比較してみ
ると、改修後は20%程周期が長くなつてお
り、これは表面部の凸凹が小さくなったた
めに前述した衝撃的な外力が多少とも緩和
されたものと思われる。反面、最大加速度
は改修後小さくなっているが、振
動による全振幅は増大しており、加速度波
形のパターンが滑らかになったことを示し
ているといえる。

§ 6 考察と文献

1. 当地の地盤振動は、周期0.06sec.の
伝播速度110m/sec.の Rayleigh 型表
面波に近いものである。
2. 振動は指数に減衰し、振源よ
り20mでは常時微動に近くなる。
3. 加速度は、車両の重量、走行速度に
より異なるが振動形は類似している。
4. 特に共振現象は見られなかった。
5. 道路表面の凸凹の振動に与える影響
は顕著であった。
6. 路床の振動が周囲に伝達されないよ
うな道路構造が望ましい。

図-8 測点Dにおける距離による加速度の減衰(上下振動)

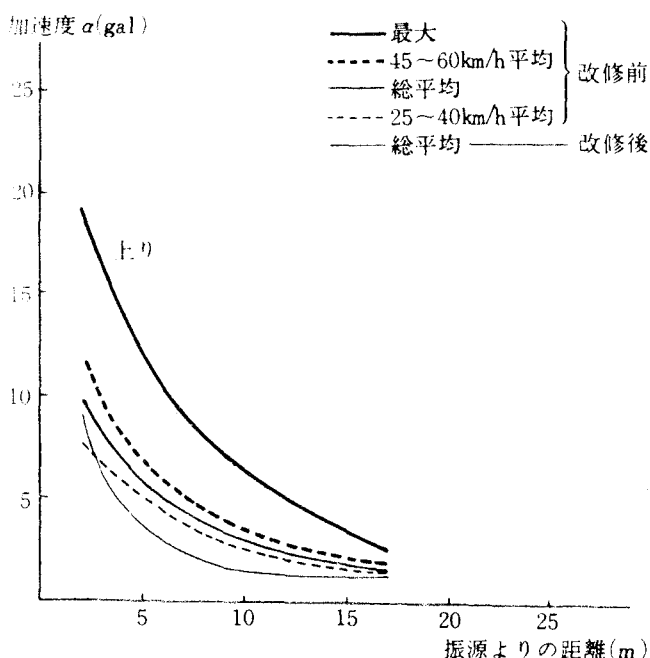
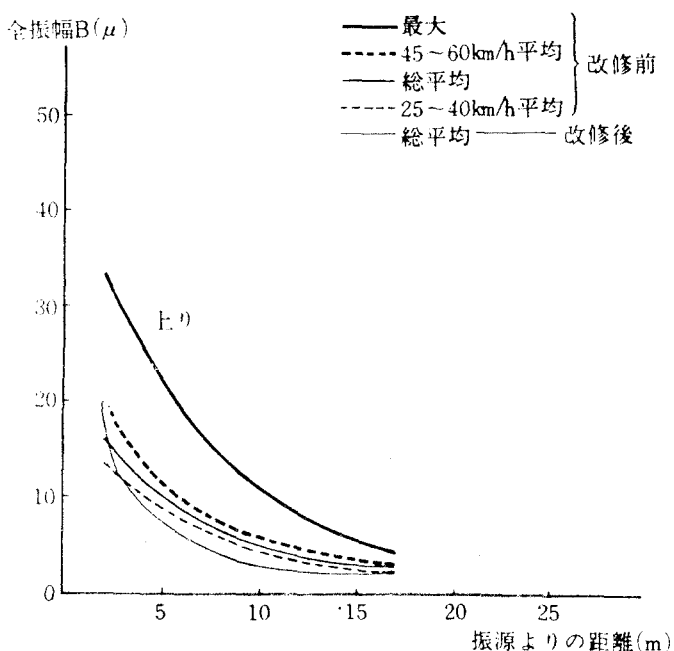


図-9 測点Dにおける距離による振幅の減衰(上下振動)



「走行車両による地盤振動特性」— 振動公害対策— 1975. 7. 環境情報科学 4巻3号. 若下 藤紀.

「振動障害に関する調査二例」他 建設工学研究所報告 Vol. 1. 2. 畑中元弘 他.

「振動学」妹沢克雄 (岩波). 「土木技術者のための振動便覧」(土木学会) 「建築振動学」田治良宏 (コロナ)

「The Theory of Sound」J. W. S. Rayleigh (DOVER).