

鉄道技術研究所 正員 ○ 那須 誠
小峰 利夫
安田 祐作

1. まえがき

近年、列車走行時の振動障害が大きくクローズアップされてきた。その対策のため、軌道から地盤への振動伝播経路としての盛土に発生する振動測定を行なって、路盤表面から法尻までの各点の振動状態と伝播状況を調べた。

2. 振動測定概要

振動測定は図1に示すように、米糠砂質地盤上砂質盛土1断面と沖積粘土シルト質地盤上砂質盛土2断面の計3断面で行なった。盛土高さは、5.1~7.7mである。各断面とも測線を上り線側に設定し、レール杭木直下の路盤表面、法面中腹(以下、路表、法中と略す)、法尻あるいは法中直下の盛土底面ともの下1.5mの地盤の中(以下、地中と略す)で、各点とも鉛直(V)、水平線路直角(T)、と水平線路平行(L)方向の3成分の加速度を至抵抗線型あるいは圧電型加速度計で測定した。(最近ISOその他によって人体の振動感覚特性が加速度で発表されているため、振動の物理尺度として加速度をとり上げた。)

列車走行時の盛土各点の加速度をデータレコーダに収録し、その内容をオシログラフペーパーに出力して、瞬時値の最大振巾とものときの振動数を読みとった。また、磁気テープ出力を遮断周波数160Hzのローパスフィルターを介して、周波数分析機にかけてパワースペクトル密度や伝達率数等を計算した。

3. 測定結果

3.1 加速度瞬時値……盛土各点の加速度瞬時値の最大全振巾ともの振動数の水平分布と深さ分布を図2~4に示す。振巾は、振動方向別にみると鉛直動が水平動より大きく、振動方向別のバラツキの大きさは路表より法尻にかけて小さくなっている。振動源に近い路表では3断面の差が大きい。法尻では3断面とも同じ位の値になっている。盛土や地盤の型に無関係に距離で振動の大きさが決まるようである。法尻での最大全振巾は10~40galで、路表の10~100分の1に減衰している。振動数は、盛土各点で水平動が鉛直動より大きい。路表では3断面間、振動方向間のバラツキが大きく、50~200Hz、法尻ではバラツキも小さくなって20~40Hzが卓越している。

深さ分布をみると、振巾は路表から盛底にかけて減衰しているが、地中では増巾している。振動数は法中より盛底、盛底より地中がかなり大きくなっている。地中では路表よりも大きくなっている。

3.2 パワースペクトル密度……盛土各点の上り列車による加速度のパワースペクトル密度(PSD)の最大値ともの振動数を図5~6に示す。瞬時値と同じようにPSDも鉛直動が水平動より大きく、その振動数も水平動が鉛直動より大きい。また、振動源以外の点では下り列車でも上り列車と似たような大きさと振動数が得られて

図1 盛土測定断面

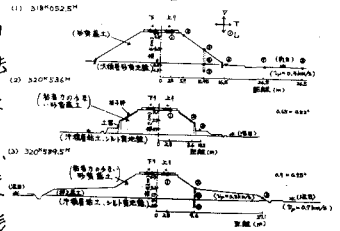


図2 加速最大値(上り、~200km/h)

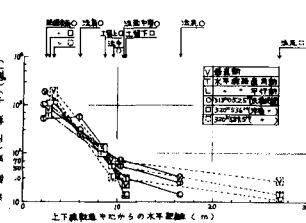


図3 加速最大値(上り、200km/h)

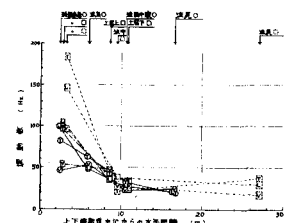
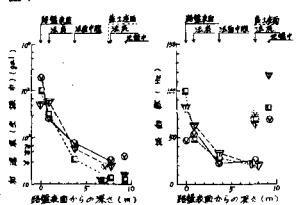


図4 加速最大値(318°0.52°、上り~200km/h)



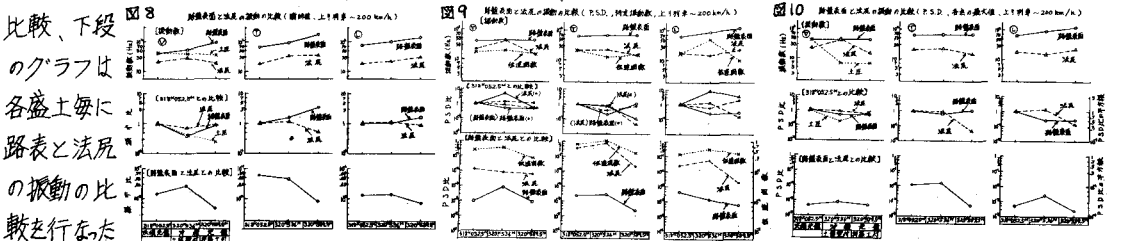
いる。なお、汎積地盤上盛土では法尻外方10mと20mの地盤表面の振動数が法尻の振動数より大きくなっている。

3.2 パワースペクトル

密度……図7は、記号○△□は路表で最大PSDを示す振動数、記号●▲■は法尻で最大PSDを示す振動数の振動の路表から法尻までの伝播状態を示す。記号◆◆◆は下り列車である。路表で卓越する42~63Hzの振動は、路表から法尻にかけて急激な減衰を示すが、法尻で卓越する18~23Hzの振動の路表から法尻にかけての減衰は小さく、法中から法尻にかけては逆に僅かであるが大々くなっている。また、下り列車でも上り列車と同じ大きさ、振動数であり、その伝播状態もほぼ同じである。このような伝播状態は、他の2断面についても同様である。

4. 路盤表面と法尻の振動の比較

図8は瞬時値の最大振中、図9はPSDの最大値、図10は路表と法尻で最大PSDを示す振動数のPSDの路表と法尻の比較である。各図とも、上段のグラフは振動数、中段のグラフは汎積地盤と汎積地盤上盛土の振動の比較、下段



のグラフは各盛土毎に路表と法尻の振動の比較を行なったものである。振動数は、路盤表面(50~200Hz)が法尻(10~30Hz)より大きく、汎積地盤上盛土より汎積地盤上盛土で大きくなっている。瞬時値振中とPSDは、汎積地盤上盛土より汎積地盤上盛土の方が僅かだが小さい。その他、距離減衰の場合は、汎積地盤より汎積地盤上盛土が大きく、低振動数より高振動数の振動が大きい。

5. 加速度実効値とオーバーオールレベル

各盛土の法尻での加速度の実効値とオーバーオールレベルを求めてみた。振動の人体感覚はウェーバースヒナーの法則やISOの感覚特性によって、加速度の対数に比例することが知られている。人体は、不規則振動の場合1波毎に感じるのではなく、平均値としての実効値を感じる。そのため、まず加速度レベルを求め、それにISOの振動感覚補正特性(垂直振動用)による重みづけを行なって許重バンドレベルを求める。次にそのレベルをエネルギー的に合成して振動レベルを求めたのを図11に示す。このように3断面ともオーバーオールレベルで60dB(1gal)以下で、東京都の規制基準(ヤ1種住居地区)よりも小さい。しかし、法尻の振動の大きさだけで、法尻より離れた地盤の振動の大きさを判断できるかは、今の所不明である。以上は上り列車のレベルであるが、下り列車でも上り列車とほとんど同じレベルが得られている。

6. おわりに

- (1) 上り列車と下り列車の両方で、路盤表面以外の測点の加速度と振動数はほぼ同じである。
- (2) 盛土表面と盛土内部の振動の伝わり方が異なる。また高い振動数成分と低い振動数成分の伝わり方も異なる。これは波の種類が、例えば表面波と実体波のように、違うことを示していると思われる。

以上の測定を行なうに当たって、国鉄新幹線建設局、新幹線統括局工事2課と名古屋保線所にお世話になりました。厚く感謝いたします。

