

東大生研 正員 田村重四郎
東大生研 正員 森地重晴
東大大学院 学生員 中村 豊

1. はじめに

近年、都市交通量の増大に伴い、地下鉄道の建設が行われている。その結果、地下鉄道より発生し、周辺環境に与える振動、騒音の問題が生じ、その解決が急がれている。この種の問題の困難さは、①振動源が走行する車輛にあり、動力源の振動も含む複雑な振動である事と②地下鉄道トンネル並びにその周辺地盤の力学的特性が複雑な事にある。そこで筆者等は各力学的要素がどのように挙動するのか、その特性を個々に究明することを試みている。先ず実際の地下鉄の振動状況を把握するため、実際の地下鉄道で地下構築並びに地表面での振動測定を実施した。ここに報告するのは現在までに行った解析結果の一部で帝都高速度交通営団の千代田線で行った測定に関してである。

2. 測定方法

構築内の測定状況の一例は図-1に示す通りで矢印は振動測定方向を示している。計器は圧電型加速度計(リオンK製P704A)及び抵抗線歪加速度計(神學通信KK, UA型)を用いた。レールでは枕木束と枕木間の2点で、UA型加速度計を用い、測定方向はともに上下である。又、地表での測定は6点でトンネル軸線より5mトンネル軸直交線上3点であり、UA型加速度計を用いて上下方向の振動を測定した。波形の記録には、構築内測定ではデータレコーダを、地表での測定ではゴジググラフを用い、同期信号を入れてデータの同時刻性を確保した。

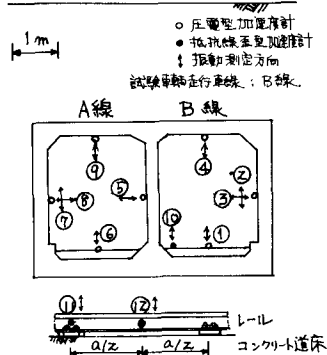


図-1. 測定位置

3. 測定結果と考察

3-1. レール(枕木束)の振動

枕木束におけるレールの振動性状を調べるため、得られた記録の1/3ワースパクトル分析を行ったが、その一部を図-2に示す。図中において50Hzで卓越しているのはハム雑音であるが、これを除いて最も卓越する振動数は、車輛速度に伴って変化することが明瞭に認められる。これを図示したのが図-3で、最卓越振動数は車輛走行速度に比例して増加していることがわかる。又、構築内各測点で常にあらわれた80~100Hzの卓越振動は、枕木束での

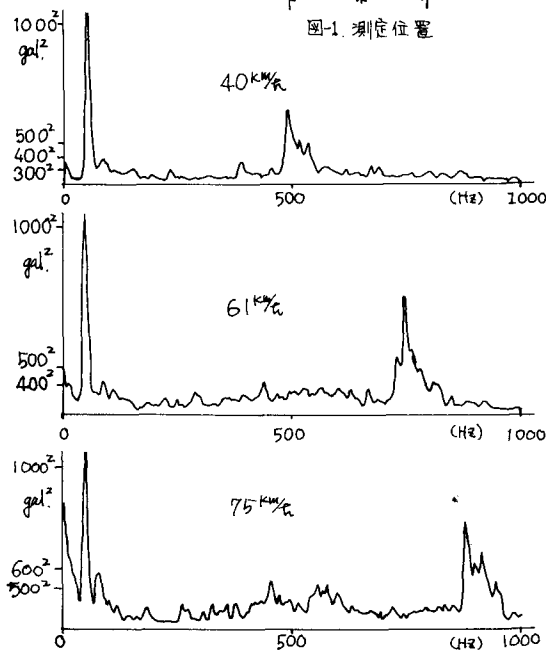


図-2. レール(枕木束)振動の1/3ワースパクトル図

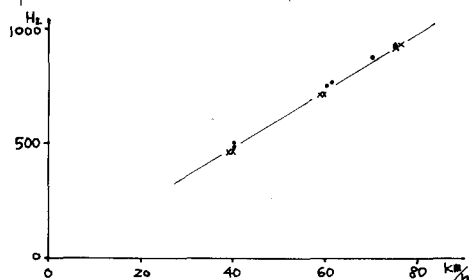


図-3. 最卓越振動数と車輛速度の関係

レベル振動では前述の最卓越振動成分と較べて小さく、明瞭な卓越を示していない。

3-2. 構築の振動

ここに示したのは車両走行速度 61km/h の場合である。構築内各測定の記録をフーリエ分析した結果の一部を図-4に示す。各分析結果から測点毎に卓越振動数をその卓越する順序に従ってとり出したものが表-1であって、この表より次のような特性が分かる。

68~85Hzは大部分の測点で最も卓越し、B線下床のみで3番目に卓越している。730~770HzはA線軌道中心を除いた全記録で卓越している、B線下床で最も卓越し、ここより離れるに従って卓越する順位が下位になる。そこでこれら各測点での卓越振動成分の加速度を68~85Hzと730~770Hzのものについて求めて、それぞれの測点に対応させて示したのが図-5、図-6である。

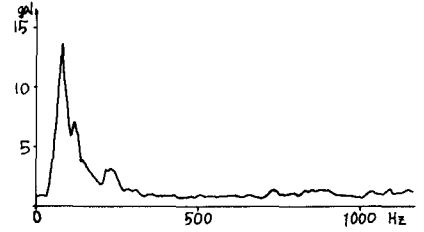


図-4. A線軌道中心の振動記録の1/2オクタークル

表-1. 各点での卓越順に並べた卓越振動数(Hz)

測点 \ 卓越順	1	2	3	4	5
② B線側壁平行	81.0	745	830	—	—
③ B線側壁直角	81.0	125	760	240	535
④ B線天井中心	75.0	145	375	765	—
⑥ A線軌道中心	83.0	120	145	215	—
⑦ A線側壁平行	68.0	143	885	735	—
⑧ A線側壁直角	80.0	112	130	748	—
⑨ A線天井中心	75.0	145	120	740	765
⑩ B線下床	742	73.5	85.0	790	—

注: ①内の番号は図-1の測定番号に対応している。

3-3. 地表の振動

構築直上の表土の厚さは約5cmであって、土質は腐植物混り粘土である。

構築の振動には100Hz以上の振動数の卓越振動があり、しかも不規則な波形を示しているにもかかわらず、地表測点で得られた記録は70~80Hzの波が卓越し、なめらかな調和振動波形を呈している。

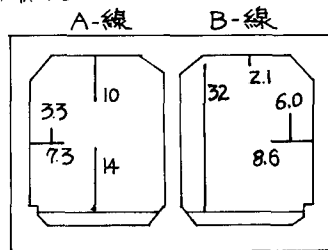


図-5. 68~85 Hz 単位: gal (%)

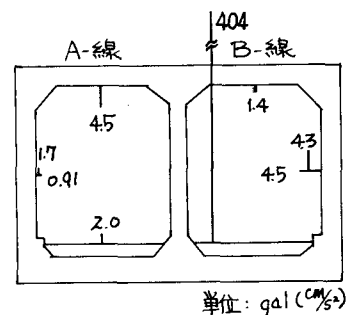


図-6. 730~770 Hz

4. まとめ

次により構築全体としての振動に大きく影響を与えるのは68~85Hzの振動であり、枕木裏におけるレベルの振動で最も卓越する振動は構築内で急激に減少し、地表での振動にはあらわれにくい振動である。それ故、通常外部に与える振動の影響としては、前者の方が大きいと考えられる。又、地表面では70~80Hzのなめらかな正弦波に近い振動波形を示すことが分かった。

おわりに、本研究に当り、帝都高速度交通営団が主に測定の方で与えられた協力に対し、謝意を表します。