

立命館大学大学院理工学研究科 学生会員 ○脇根 教真
立命館大学理工学部 フェロー会員 早川 清

1. はじめに

日本の産業の急速な発展により、人々の生活は著しく向上した。しかし、その発展の代償として人の感受性による部分が強い騒音・振動のようないわゆる都市公害といわれる問題が生じ、人々の生活を阻害している。このような騒音や振動には発生源が色々あり、感受性の面も考慮にいれなければならないゆえ、対応が非常に難しくなっているのが現状である。本研究では、列車振動を対象とした地盤振動の伝播特性について基本的検討を行った。

2. 測定概要

図 1 に示すように、測点は線路に近い部分、中央部分、線路から遠い部分の 3 ヶ所とした。測点間はそれぞれ 12.5m 間隔に配置した。測定に関しては、大阪方向・京都方向を通過（もしくは、停車）する各列車の車種（普通・新快速・特急・貨物）ごとの全ての振動を計測した。線路から最も遠い測点 5、6 のうち測点 5 に関しては、測点 1～4 と同様の条件で測定し、測点 6 に関しては、自動車から発生する振動測定に用いた。測定機器には SPC-35N（東京測振製）を用い、水平 2 成分と鉛直成分の 3 成分同時測定を行った。以下に測定一覧と調査位置平面図を表示する。

表 1 測定条件一覧

測点	位置	方向	特徴
測点 1,2 (測点 A)	線路側	水平 2 成分・鉛直成分	主に列車からの振動
測点 3,4 (測点 B)	中央	水平 2 成分・鉛直成分	両方の振動が混在
測点 5,6 (測点 C)	道路側	水平 2 成分・鉛直成分	主に自動車からの振動

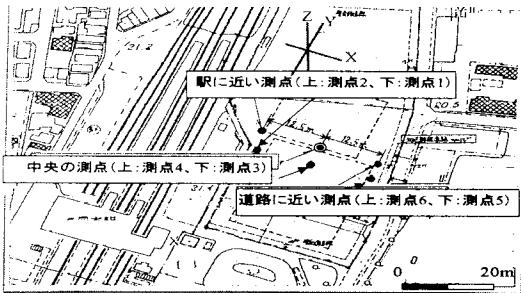


図 1 調査位置平面図

3. データの解析

各車種の通過（もしくは停車）時間を測定し、測定で得られた振動データからその時間の前後 5～10 秒を抜き出して FFT 解析をする。さらに、各車種の FFT 解析後のデータを、同車種・同測点別に分類して減衰率の推定を行なった。この過程を以下に簡単に述べる。

図 2 は、測定で得られた振動データの一例である。実線で描かれている縦線は列車が通過（もしくは停車）した時の時刻帯を表している。左から普通車・貨物・特急・新快速・普通車となっている。このようなデータを車種別にわけて、FFT 解析を行い、各列車による地盤の固有振動数を推定した。さらに減衰率を推定するために減衰率を定義して考察する。

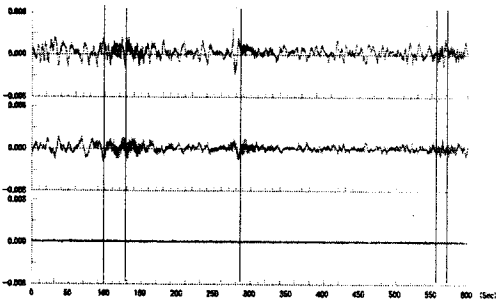


図 2 振動データ

4. 解析結果および考察

今回の計測で得られたデータを基にして、各車種（普通車両・新快速・特急・貨物）ごとの地盤の固有振動数を表2にまとめた。解析結果例としては、京都方面貨物の成分Xについてののみ載せた。減衰指標に関しては、各車種・各減衰率・各成分（X,Y,Z）・方面（大阪方面・京都方面）別に分け、1車種18種類の関係を用いて検討した。代表例として京都方面貨物の成分Xに関するものを図3、図4に挙げた。

結果例として、20区間移動平均して近似したものを載せている。この理由としては、もとのデータが1Hzを20分割しているの、1Hz間隔の代表値で結果を示す。このことにより、減衰に関しては傾向を把握しやすく、固有振動数推定においても、ノイズによって局所的に卓越する部分を抑え、対象物から引き起こされる振動の卓越部分を明瞭に見ることができる。

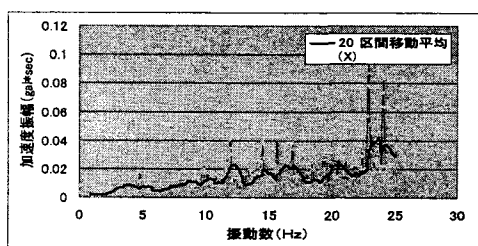


図3 固有振動数の推定

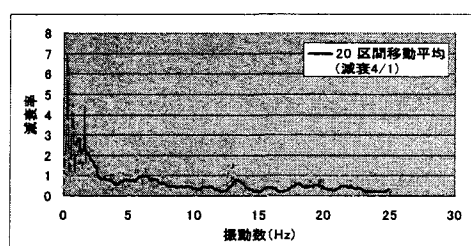


図4 減衰特性

（貨物、京都方面、成分X）

表2 固有振動数の一覧（Hz）

新快速			特急			貨物		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
13～14	13～14	13～15	12～14	12～13	13～14	19～21	19～20	13～15
15～16	15～16	17～18	16～18	17～18	18～19	23～25	21～23	17～18
19～21	21～22	22～24	23～24	19～21	22～23			23～24
24～25	24～25			23～24				

本研究において、程度の差はあるが、どの車両走行時にも卓越している部分があり、特に貨物では明瞭な卓越部分を見ることができた。この結果には、車両重量による影響が考えられる。Z成分に関しては、どの車種でもX,Y成分と比べると卓越部分が明瞭である。すなわち、列車等の走行荷重は、鉛直成分による影響が大きいと考えられる。一般的に、どの車種でもX、Y成分は同じような減衰過程をたどるが、Z成分に関してはあまり減衰効果のないことがわかる。車種によって大きな減衰・増幅があるような違いはないと考えられる。どの車両に関しても、低振動数での減衰があまり見られなかった。これらは、列車から伝播された振動でないことが固有振動数の推定結果からわかるので、列車振動の減衰を検討する際には影響はないと考えられる。

5. まとめ

固有振動数に関して、新快速・特急では、12Hz～15Hzの間、15Hz～20Hzの間、20Hz以上にそれぞれ1つか2つの固有振動数が見られる。しかし、貨物に関しては、15Hz以上から固有振動を持ち、固有振動数の数も新快速・特急に比べると少ない傾向にある。