

VI-303

列車振動伝播特性解明のための基礎調査と分析

東海旅客鉄道(株) 正会員 神田 仁
同 同 長戸 博
同 同 宮本 秀郎

1. はじめに

列車走行に伴って発生する地盤振動の問題は、環境対策の一つとして重要である。J R東海においても、沿線地盤振動の低減対策の実用化を目的とした種々の研究を行っている。本稿では、振動伝播メカニズム解明のための基礎調査として実施した振動測定と分析結果の概要を述べる。

2. 振動測定の概要

地盤振動の伝播メカニズムを調査するため、列車走行に伴う地盤振動と同一箇所での常時微動を測定して、地盤の振動特性との比較を行った。測定の概要を図1に示す。

地盤振動の測定項目は、線路内路盤表面振動(上り線と下り線)、保守用通路(上り側と下り側)での路盤表面振動、線路中心から下り線(海)側へ12.5mと25mの位置での地盤振動の6測点を同一測線上にとり、X(線路長手)Y(線路直角)Z(鉛直)の3方向について、列車走行に伴う振動加速度を測定した。

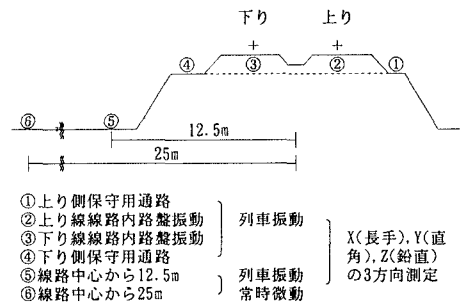


図1 振動測定の概要

常時微動は、12.5mと25m地点で3方向の加速度を1/100秒サンプリングで測定し、1024個ずつ4回のフーリエスペクトル(バンド幅0.1のハニングウィンドウにより平滑化したもの)のアンサンブル平均を求めた。この水平・鉛直スペクトル比を取ることで、地盤の(表面波の)伝達特性を評価した。

測定箇所は、静岡県内の東海道新幹線沿線3箇所(平坦・盛土・切取区間)とした。なお、本稿では、主として12.5mと25m地点で測定されたデータを取り上げて論じる。ここでの単位は、振動伝播メカニズムの解明を主目的としているため、振動レベル(dB)

表1 振動方向別の最大加速度の平均値

(単位: gal)

振動方向	A地点(平坦)			B地点(切取)			C地点(盛土)		
	長手	直角	鉛直	長手	直角	鉛直	長手	直角	鉛直
上下通路平均	90.2	110.1	106.6	201.5	199.2	152.9	43.0	61.6	35.0
下り12.5m	9.4	9.4	17.5	31.6	65.6	34.4	17.2	30.0	17.9
下り25m	10.4	10.4	8.0	16.8	28.9	11.6	2.4	4.6	5.2

3. 測定結果と分析

(1) 振動加速度の最大値

表1に保守用通路、12.5mと25mでの最大加

速度の平均値を地点ごとに示した。表から分かることは、(a) A B Cの3地点の中では、切取であるBの値が他と比較して大きい。(b) 盛土であるCでは、線路から離れると急激に値が減少する。(c) 平坦であるAでは、水平成分は距離減衰が見られない。(d) 保守用通路での路盤振動加速度の大小は、地盤振動の大小と対応する。

(a)と(b)は、従来から得られている知見(例えば文献1)と合致するものである。(c)については、振動を構成する波の種類とその伝播特性を分析することにより、原因を明らかにしたい。

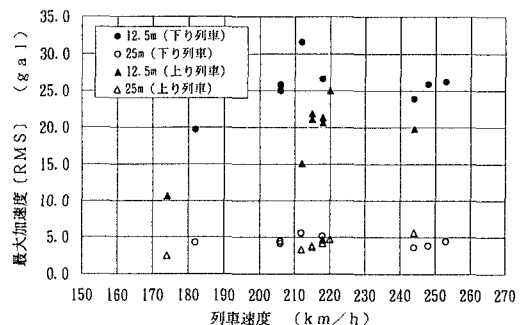


図2 列車速度と振動加速度の関係 (C地点: 盛土)

(2) 振動加速度最大値の列車速度依存性

図2にC地点12.5mと25mでの振動加速度の最大値(RMS; XYZ 3方向の2乗平均平方根)を列車速度別に示した。図中、速度220 km/hを超える列車は300系であり、この振動は0,100系の走行時より小さめであることが分かる。列車速度と最大加速度の関係では、同系列の車両では速度の速い方が加速度が大きくなる傾向が認められる。

(3) 周波数分析

図3に、周波数分析の1例として、A地点25mでの鉛直振動のフーリエスペクトル(列車速度の違いによる2種類)を示す。このほかの測定データのスペクトルにも、いずれも約5~30Hzの範囲に数個の顕著なピークが見られた。図には卓越振動数と、それに対応して列車速度から逆算される起振源の間隔を合わせて示した。

図によると、起振源の間隔の一部(6.2m, 4.2m, 2.5m)は、列車速度によらず同じ値となっていることが分かる。すなわち、地盤振動の周波数のピークは、起振源である列車の速度に応じてシフトしている。

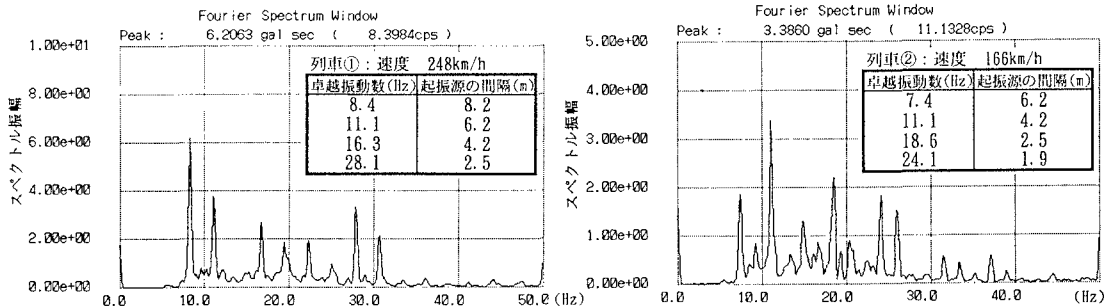


図3 地盤振動加速度のフーリエスペクトルの比較 (A地点25m、列車速度: 左 248km/h 右 166km/h)

(4) 地盤の振動特性との比較

図4にA地点25mでの常時微動のQTSスペクトル²⁾(線路直角水平/鉛直スペクトル比)を示す。この地盤は、約8Hz以上の振動数域では平坦なスペクトル形状を有している。一方、同じ箇所での列車(図3左の列車①)による地盤振動の線路直角水平/鉛直スペクトル比(バンド幅0.1のハニングウィンドウにより平滑化したもの)を図5に示す。両者の形状は比較的似ており、列車による地盤振動特性は、常時微動から得られる地盤振動特性と調和的であることがうかがえる。

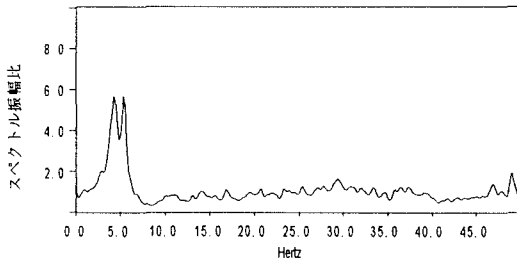


図4 常時微動の水平/鉛直スペクトル比 (A: 25m)

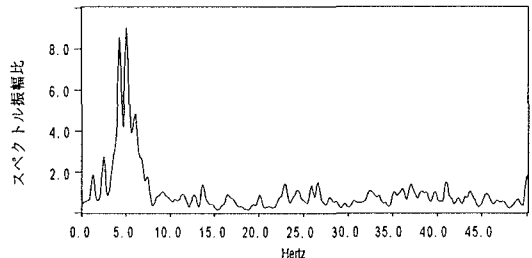


図5 列車振動の水平/鉛直スペクトル比 (A: 25m)

4. まとめ

列車振動の伝播メカニズムを調査するため、地盤振動を測定して分析を行った。その結果、振動加速度の大きさと伝播特性は、土構造物の種類や地盤構成に大きく影響されることが分かった。周波数分析の結果からは、列車振動の伝播特性は、起振源の周波数特性と地盤の振動特性の両方を反映していることが分かった。今後は、数値解析手法により振動伝播メカニズムの2次元・3次元的な影響について解明するとともに、効果的な振動低減対策の実用化に向けた検討を行いたい。

【文献】1) 江島:地盤振動と対策、吉井書店、1981 2)中村:鉄道総研報告、1988.4, 1988.7