

開削トンネルにおける列車走行時振動の測定

鉄道総合技術研究所 正会員 ○津野 究

鉄道総合技術研究所 正会員 小西 真治

1. はじめに

近年，トンネルの保守・管理に関しては，コンクリート片や補修材の剥落が重要視されているが，列車走行時の振動がコンクリート表面の剥落に及ぼす影響を調査・検討した例は少ない．そこで，基礎的なデータの収集を目的に振動加速度の測定および分析を行ったので紹介する．

2. 振動加速度の測定と分析方法

今回行った列車走行時の振動測定の概要を表-1 に示す．測点は，図-1 中に示すように地下鉄開削トンネル内の軌道付近，側壁および中床に設置し，各点とも3方向成分の測定を行った．測定及び分析機器に関しては，振動加速度の周波数成分が数 Hz から数百 Hz にわたることを考慮して，圧電型ピックアップ，機械用振動加速度計，1/3 オクターブバンド分析器を用いている．

表-1 測定箇所の概要

項 目	内 容
トンネル構造	開削トンネル 2 層 2 径間
線路線形	直線
軌道構	コンクリート直結軌道
レール	50N，ロングレール
車両概要	20m/両，8 両編成
運転速度	各停 40km/h，急行 62km/h
計測本数	各停 13 本，急行 3 本

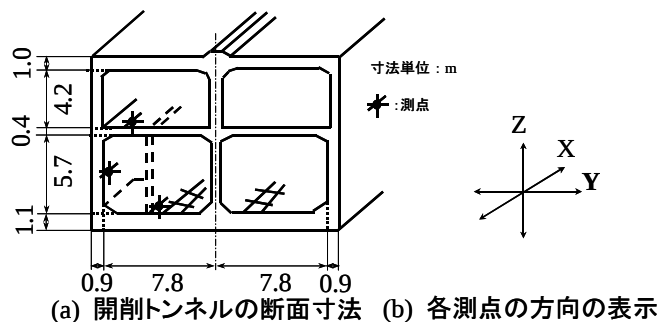


図-1 振動測定箇所

3. 測定結果

3.1 振動加速度振幅

図-2 に，加速度を AD 変換することによりプロットした時刻歴波形の一例を示す．軌道付近の測点では，台車通過時に振幅が大きくなり，各々の台車により差

が見られるが最大 1000gal 程度の不規則なスパイク状の波形が認められる．一方，中床の測点では，ピークが 100gal 程度となっている．このスパイク状の波形の原因は，車輪がフラットになっているためと考えられる．

3.2 振動加速度レベル

図-3 は，1～500Hz について，1/3 オクターブバンド分析（ピークレベル値）の結果を示したものである．図の AP は，1～500Hz の周波数域のオールパスを示しているが，これについて以下の点が確認された．

- 1) 軌道付近では，Z 方向（上下方向）が 90～100dB であるのに対し，X（列車進行方向）および Y 方向（列車進行直角方向）は 100dB 程度である．
- 2) 側壁では 3 方向とも同レベルの 70 数 dB である．
- 3) 中床では，Z 方向の値が 80～90dB であり，X および Y 方向よりも 5～10dB 程度レベルが高い．

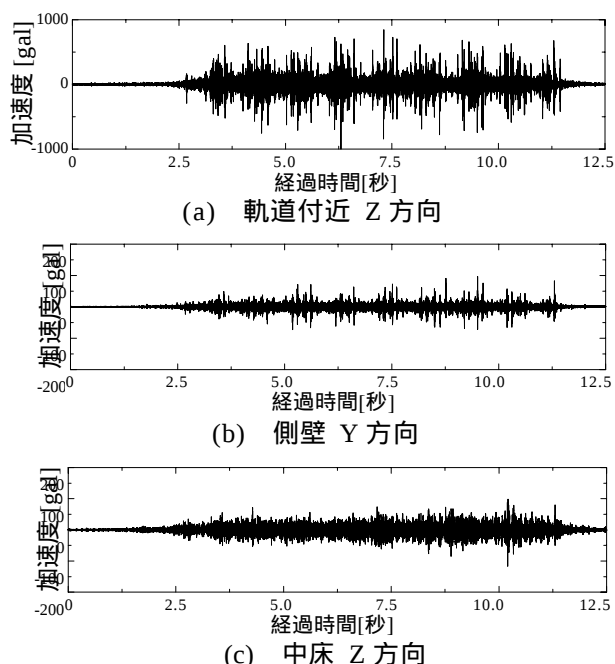


図-2 時刻歴波形（サンプリング 2000Hz）

3.3 卓越周波数成分

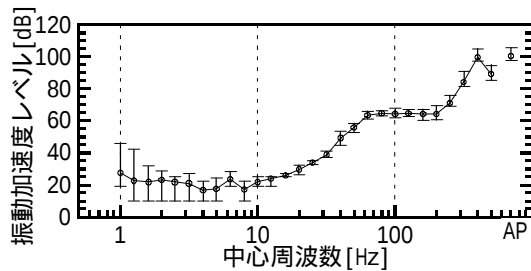
1/3 オクターブバンド分析結果から卓越する周波数成分を読み取り，以下の点が確認された．

- 1) 主要な周波数成分は，40～数百 Hz にわたり，40Hz 付近から右上がり傾向にレベルが高くなる．

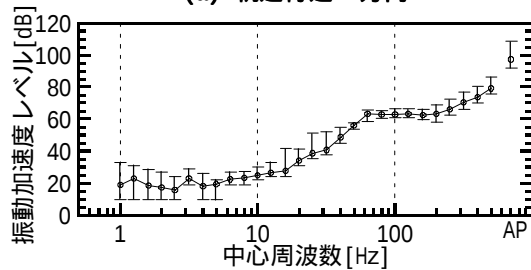
キーワード：開削トンネル，列車振動，1/3 オクターブバンド分析，周波数，加速度

連絡先（185-8540 国分寺市光町 2-8-38・TEL 042-573-7266・FAX 042-573-7248）

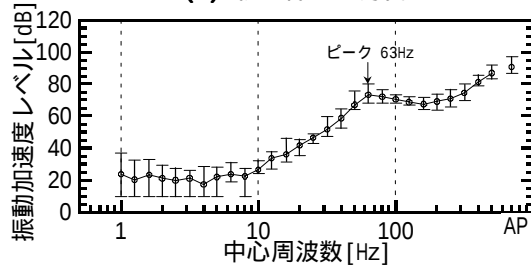
- 2) 軌道付近に関しては、側壁および中床と比較して数百 Hz の高い周波数の加速度レベルが大きい。X 方向および Y 方向では顕著なピークが存在せず、Z 方向では 63Hz にピークが存在する。
- 3) 側壁に関しては、63～80Hz に 60 数 dB 程度のピークがみられる。
- 4) 中床に関しては、Z 方向の成分で 63～80Hz にピークがみられる。この周波数帯における加速度レベルは 75dB 前後であり、軌道付近の Z 方向と同レベルである。Y 方向では、50Hz にピークがみられる。



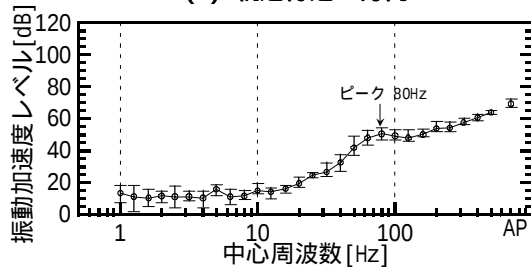
(a) 軌道付近 X方向



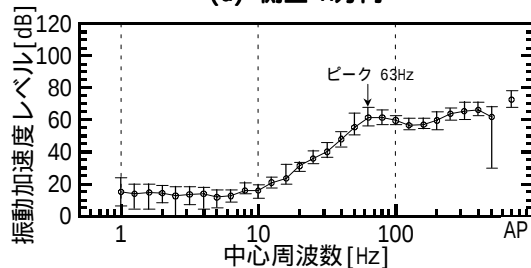
(b) 軌道付近 Y方向



(c) 軌道付近 Z方向



(d) 側壁 X方向



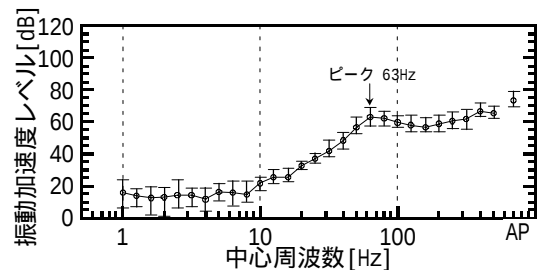
(e) 側壁 Y方向

4. まとめ

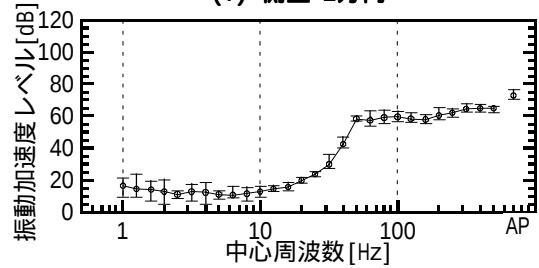
測定箇所は、列車速度 40～70Km/h、ロングレール、コンクリート直結軌道、軌道保守が良好な区間であり、地下鉄の一般的な箇所と言える。今回行った測定により、以下の知見が得られた。

- ・各測点の加速度レベルのピークレベル値が最大となる方向は、必ずしも Z(上下)方向または自由表面を有する方向ではない。
- ・振動加速度レベル(周波数域：1～500Hz)は、X、Y、Z 方向により差があるが、目安としては軌道付近は 100dB、側壁及び中床は 80dB 程度である。
- ・軌道付近の Z(上下)方向および側壁、中床の 3 方向の周波数成分については、50～80Hz にピークある。しかも、この付近の周波数域の減衰は、他の周波数域と比較して、非常に小さい。

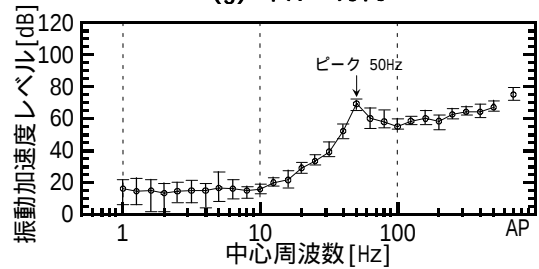
さいごに、本測定を行うにあたって御協力頂いた東京都交通局の関係者にお礼申し上げます。



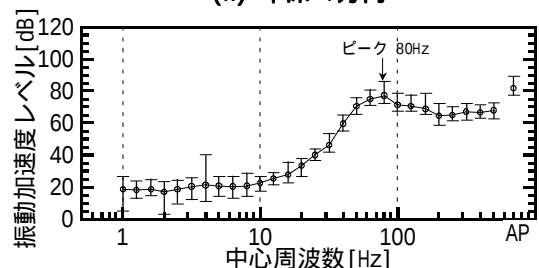
(f) 側壁 Z方向



(g) 中床 X方向



(h) 中床 Y方向



(i) 中床 Z方向

図-3 1/3 オクターブバンド分析結果