

IV-214

小型地下鉄走行に伴うトンネル及び地盤の振動測定例

東京都交通局 正会員
 東京都立大学 正会員
 東京都立大学 正会員

古田 勝
 長嶋文雄
 成田信之

1 はじめに

東京都が建設を進めている都営地下鉄

トンネル断面比較

12号線（放射部及び環状部からなる延長40.7kmの路線）の第一期開通区間の練馬～光が丘間(3.8km)が平成2年12月に開通した。この地下鉄12号線は、図1に示すとおり、トンネル及び車両の小型化を図り、リニアモータ駆動車両を採用している。

リニア駆動小型列車の走行に伴う騒音・振動については、地上に設けられた試験線における測定から、在来型列車に比較して低レベルであり、騒音・振動に対して優れているとの報告例があるものの、トンネル区間における測定結果は報告されていない。本報告では、都営地下鉄12号線の単線シールドトンネル部において、リニア駆動小型列車走行時のトンネル内及び地表面地盤の振動加速度を調査し、これを在来線における測定データと比較し、振動加速度の周波数特性、加速度レベル及び地表面地盤の振動レベルの差違を示すこととした。

2 リニア駆動小型地下鉄の概要

列車走行に伴う

トンネル周辺の地盤振動への影響要因⁽¹⁾は、多くの項目が挙げられるが、車両の小型化は車体及び台車の軽量化を伴い、その影響が大きいと考えられる。表1にリニア駆動小型車両の概要を在来型車両の電動車（M車）と比較して示す。リニア駆動小型車両は、従来型車両の車体重量で63%、振動への影響が大きいとされるばね下重量では78%、輪軸及び車輪一対では58%である。

3 トンネル内及び地表における測定結果

リニア

駆動小型列車の走行時振動を調査するため、H地点の単線シールドトンネル内に、図2に示す位置にピックアップを取り付け、振動加速度を測定した。本地点の地表の測定は、道路交通の制約から行っていない。

なお、測定箇所の概要は、線路線形は直線、コンクリート直結軌道、50Nロングレール、運転は力行区間である。

図3に列車速度56km/hの振動加速度レベルの1/3オクターブバンド分析結果を示す。測点1（軌道）に比較して、測点6（トンネルアーチ部）は全周波数域に渡り、約10dB低下している。

同様に、図4にT地点のトンネル内及び地表面地盤振動の1/3オクターブバンド分析結果を示す。T地点はH地点から約200m離れ、曲線半径 $r=400\text{m}$ 、防振まくらぎ軌道区間である。T地点の1/3オクターブバンド分析結果は、H地点に比較して数

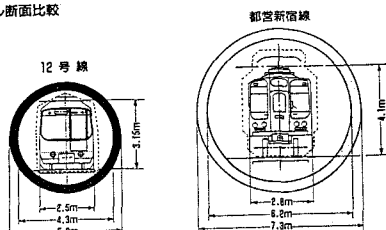


図1 都営地下鉄12号線トンネル断面

	車両寸法(m) 長さ 幅 高さ	自重 (t)	駆動方式	台車重量 (t)	輪軸及び車輪 一対重量(kg)
12号線車両	18.5 2.5 3.15	25.0	リニアモータ	5.3	310
在来車両 (新製M車)	20.0 2.8 4.1	40.0	回転モータ	8.7	533

表1 12号線車両の概要波数

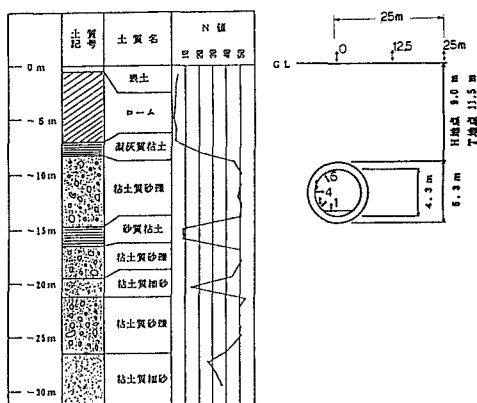


図2 H地点の地質柱状図及び測定位置

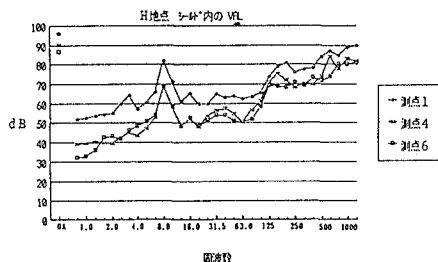


図3 H地点の1/3オクターブバンド分析

Hz～40Hzのレベルが高く、低ばねでまくらぎを支持した特徴を示している。

なお、リニア駆動地下鉄の特性として、列車の走行状態（力行又は惰行）による振動加速度レベルの差が在来列車に比較して大きいとされている。このことは力行時にリニアモータと軌道に設けたリアクションプレート間に吸引力が生じることに起因するものと考えられるが、同一箇所における比較から、力行は惰行よりも2dB程度レベルが高い結果が得られた。

4 在来地下鉄との比較

在来地下鉄の都営新宿線単線シールドトンネルの測定例²⁾との比較を行う。

図5はコンクリート直結軌道区間（H地点）のシールドトンネルアーチ部（測点6）の振動加速度の1/3オクターブバンド分析結果を比較して示す。図5から小型地下鉄の周波数特性は在来列車の40～60Hzの卓越成分が15dB程度低下しているものの3.15～25Hzの領域は10dB程度レベルが高い。

図6は同様に防振まくらぎ区間（T地点）の測点6の1/3オクターブバンド分析結果を比較したものである。小型地下鉄と在来型とのレベルの差はH地点よりも少ない傾向となっている。

今回の測定では、トンネル土被り、地盤条件などを同一として比較することが困難である。このため、シールドトンネルのアーチ部の振動加速度レベルを代表値とし、これを線状の振動源と見なし、洪積地盤の減衰定数を用いて地表面の振動レベルを予測³⁾し、比較を行った。

図7にT地点から得た地盤の減衰定数を、図8に予測値を示す。

リニア駆動小型地下鉄は、H及びT地点とも、振動レベルが2～4dB程度低い傾向を示している。

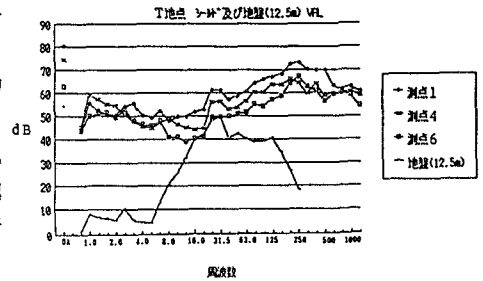


図4 T地点の1/3オクターブバンド分析

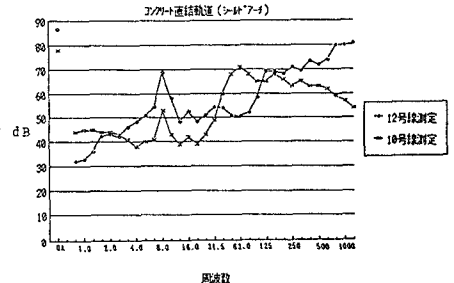


図5 H地点と在来地下鉄との比較

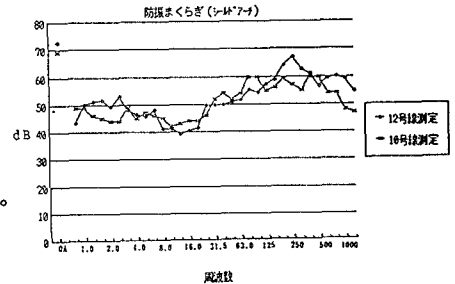


図6 T地点と在来地下鉄との比較

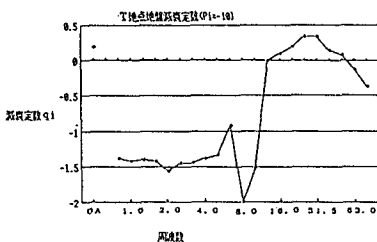


図7 予測に用いる地盤の減衰定数

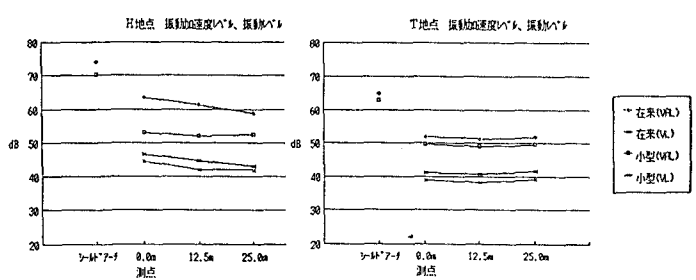


図8 地表面地盤振動の予測

5 おわりに
小型地下鉄は、在来地下鉄に比べてトンネル周辺地盤の振動レベルが低くなること、またトンネル内では250Hz以上の高周波成分が多く含まれるという特色があることを確認した。小型地下鉄の振動レベルの低減量については、今後も測定を継続し、総合的な評価をしたいと考えている。

参考文献：1)古田・長嶋・伊藤：地下鉄振動の現況調査に関する一提言 土木学会第42回講概集

2)古田・長嶋：列車走行によるシールドトンネルの振動加速度分布振動、土木学会第45回講概集

3)古田・長嶋：地下鉄シールドトンネル部の地盤振動の予測例 土木学会第46回講概集