

地表面における地下鉄の振動測定について

大阪市交通局 高速鉄道建設本部 正員 大浦 武
 正員 〇嶋 経夫
 正員 高橋 肇
 正員 野村健三

1. まえがき

地下鉄電車の走行によって誘起される地表面の振動現象を適格に把握しようとする試みは以前より各経営体で行われてきた。このたびこれらの調査資料を参考として、大阪市では地下鉄営業路線のなかから数ヶ所適当な場所を選び、地表振動に影響を与えると考えられる要因をいくつか選んで組合せ、地表振動を測定した。この振動にはいわゆる「人体的不快感」という不定形な要素が存在するので測定解析にあたってはかなりの困難が予想された。しかし本実験の範囲内では地表振動は人体的にはほとんど感じとれない程度であった。なおデータの解析を現在進めているので機会を改めて報告したい。

2. 測定の概要

深夜、路面自動車交通の減じた時点に試験電車(5両編成空車)を特別に走行させ、目標とする地下鉄軌道の上部地表測定場所に速度換振器(MTD-1C、固有周期1sec)を設置して水平(軌道方向および軌道直角方向)2成分、鉛直方向1成分の計3成分の地表面振動の振動速度を測定した。地下鉄と比較する意味で路面を走行する自動車による地表振動も測定した。地表振動に影響を及ぼす要因は数多く考えられるが今回はトンネル構築の土被厚、道床の種類、列車速度、地表距離の4つの要因を選んだ。この4要因に対して表1に示すように土被厚では3^M、5^M、7^Mの3水準をとっている。(以下表1参照) 土被厚と道床の組合せは測定場所によって定まるが、列車速度と地表距離は場所に関係なく設定できるものである。

表1 実験計画表

土被厚 (1土被5) (3水準)	道床の種類 (2水準)	列車速度 (2水準)	地表距離 (3水準)
3 ^M	砕石	30%	0 ^M
5 ^M	コンクリート	60	5 ^M
7 ^M			10

今回の実験はトンネル構築の土被厚、道床の種類、列車速度、地表距離の4つの要因を選んだ。この4要因に対して表1に示すように土被厚では3^M、5^M、7^Mの3水準をとっている。(以下表1参照) 土被厚と道床の組合せは測定場所によって定まるが、列車速度と地表距離は場所に関係なく設定できるものである。

表2 測定場所と条件(一覽表)

項目	① R ₆ ML1'460 ^M	② R ₆ ML1'660 ^M	③ R ₆ ML2'100 ^M	④ R ₆ ML2'300 ^M	⑤ R ₆ ML4'055 ^M	⑥ R ₂ ML4'180 ^M
トンネル型	S-6	S-4	SR-5	UBR-7	複線ロ-ト部	M-4
土被厚	53	33	46	69	69	30
道床	コンクリート	コンクリート	砕石	砕石	コンクリート	砕石
レール	50N	50N	50N	50N	50N	50N
レール締結装置	K	K	外軌内軌床版	外軌内軌床版	K	K
縦断面勾配	北行下り1.98%	北行上り2%	北行上り7%	北行上り2.47%	北行上り3.3%	北行上り2%
曲線半径	直線	直線	R=390 ^M	R=445 ^M	R=1200 ^M	直線
営業速度	54%	49%	53%	54%	53%	55%
土質	砂礫	砂礫	砂礫	砂質	粘土	砂質
工法	開削工法	開削工法	開削工法	開削工法	開削工法	開削工法

3. 測定結果とその考察

- (1) 列車の走行速度が速くなるにつれて地表の振動速度最大値も増加する傾向にある。その場合の鉛直方向と水平方向との振動速度には大きな差が認められない。
- (2) 道床の種類と地表の振動速度との間に明確な関係は見られない。
- (3) 構築の土被厚の増加によって地表の振動速度はわずかに減少するようである。
- (4) 過去に測定した記録では地表振動数は50%前後の波が卓越していたが、今回はいずれもアスファルト舗装上に換振器を設置したため振動数は高く50~80%を記録している。一方自動車による地表の振動数は20%と低次である。
- (5) 地表の振動数は列車の走行速度が速くともほとんど変化しない。
- (6) 参考までに測定場所①(土被厚5M, コンクリート道床)の軌道直上では列車が $V=60$ km/hで走行した場合、地表の最大振動数89%, 振動変位 0.318μ , 加速度 10 gal , 振動速度 0.181 mm/s 程度となっている。これは大阪府事業場公害防止条例(昭和40年10月22日制定)の振動規制基準(住居地域、夜間 0.3 mm/s)の振動速度より十分小さいものである。また今回の実験の範囲内では地表の最大加速度が 100 gal を越えることはなかった。
- (7) 地表の振動とトンネル構築の振動(床桁上で測定)とを比較すると、その振動数はほとんど同じか、わずかにトンネル構築の方が高いようである。
- (8) 参考までに地表振動の測定位置と同位置で地下鉄による地表騒音を測定したが、騒音の方が大きくでているので騒音についても問題はないと考える。

本実験に関する疑問点は立命大の扇山教授に御指導を蒙り、その測定には中央復建Kの横山氏の協力を得たことを付記する。