

IV-311

地下鉄防振まくらぎ軌道の防振性能試験

東京都交通局 正会員 ○ 古 田 勝
 東京都地下鉄建設(株) 佐々木 正明
 東京都立大学 正会員 長 嶋 文雄
 東京都立大学 学生員 山 沢 哲也

1. はじめに

本報告は、地下鉄振動対策用に試作した3種類の防振まくらぎ軌道の防振特性を確認するために、地下鉄トンネルの側線部に試験区間を設け、ほぼ同一条件下で試験を行った結果をまとめたものである。

2. 試験の概要

2.1 試験軌道 防振まくらぎを敷設した試験区間の平面図を図-1に示す。試験箇所は開削トンネル区間で、下床板の厚さは1.2mである。A・B・Cの3種の防振まくらぎ軌道(図-2)はそれぞれ2.5mの区間に4本の防振まくらぎを有し、隣接する軌道の影響を極力低減するため、道床部分で幅0.1mの縁切りを行っている。このとき、軌道を弾性支承上の梁として、集中荷重を作用させたときの曲げモーメント曲線による隣接する軌道への影響の検討を行ったが、その影響は最大4%程度であった。

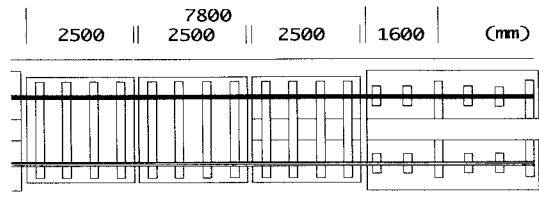
なお本試験では、試験区間前後の「D:コンクリート直結」軌道も併せて測定を行っている。

2.2 試験の種類 防振まくらぎの防振特性を確認する方法としては、インパルスハンマー等による打撃試験、輪軸落下試験、軌道モーターカーや営業車両等の走行試験、加振機による方法等が報告されている。本試験では、試験方法による防振性能の評価の差異も把握するために、1)輪軸落下試験、2)軌道モーターカー走行試験、3)都営12号線の営業車両による実車走行試験の3種の試験を行った(表-1)。軌道モーターカーおよび実車の走行試験速度は、試験箇所の制約から定めたものである。また軌道脇に赤外線通過センサーを設けて、車両位置と試験区間の防振まくらぎの位置を正確に対応させた。

3. 試験の結果

輪軸落下試験及び軌道モーターカー走行試験で観測した振動加速度波形の例を図-3に、また各試験の軌道各部の振動加速度レベルを図-4に示す。さらに軌道モーターカー走行試験および実車走行試験での「下床」の振動加速度レベル(VAL)、振動レベル(VL)及び振動加速度レベルの1/3オクターブ周波数帯での分析結果を図-5示す。この測定結果から次のことがわかった。

1)図-4によると、各試験の振動加速度レベルは、輪軸落下試験の振動加速度レベルがほかの走行試験に比べ小さい



「A:防振まくらぎ」軌道k=128.0 「B:防振まくらぎ」軌道k=71.11 「C:防振まくらぎ」軌道k=58.18 「D:コンクリート直結」軌道k=563.38

図-1 試験区間の平面図 (k: 軌道のばね定数[kgf/cm/cm])

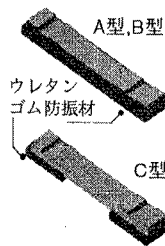


図-2 防振まくらぎ

	試験条件	分析条件
1) 輪軸落下試験 各軌道について5回の測定	輪軸の重量=約300kgf, 落下高さ=2.5cm	時間刻み=0.0001秒, データ数=2048個
2) 軌道モーターカー走行試験 走行速度20km/hと30km/hについてそれぞれ6回測定	走行車両の自重=15tf, 2軸車, 軸距=2.8m, 試験区間は惰行運転	対象とするのは前輪, 時間刻み=0.0002秒, データ数=2048個
3) 実車走行試験 走行速度20km/hについて6回の測定	走行車両の自重=25~26tf(1両あたり), 台車の固定軸距=1.9m, 6両編成, 試験区間は惰行運転	対象とするのは5両目の前部の台車, 時間刻み=0.0002秒, データ数=4096個

表-1 試験の内容

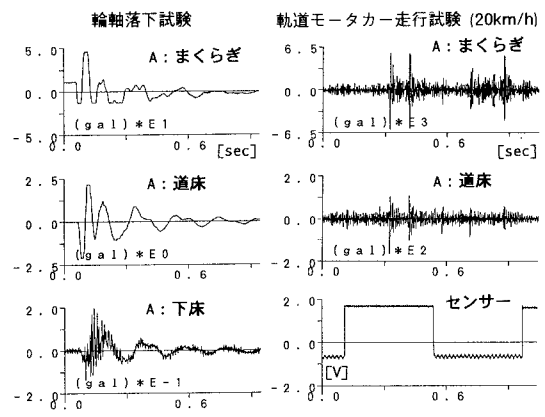


図-3 観測された振動加速度波形の例

いが、低下傾向は類似している。

2)図-4の下床の振動加速度レベルを比較すると、輪軸落下試験及び軌道モーターカー走行試験では、A・B・Cの防振まくらぎ軌道はD軌道よりも6~12dB低いが、実車走行試験ではその差が小さい。

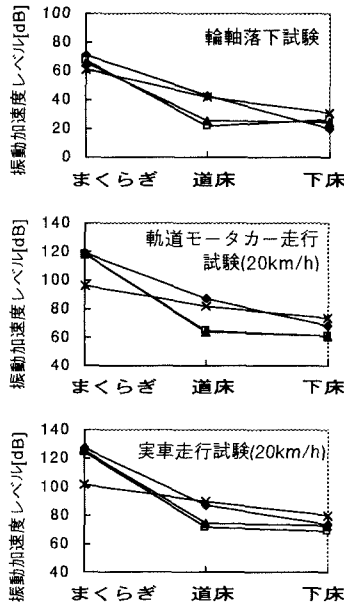


図-4 振動加速度レベル

凡例(図-4,5,7に共通)

A: ◆ B: □ C: ▲ D: ×

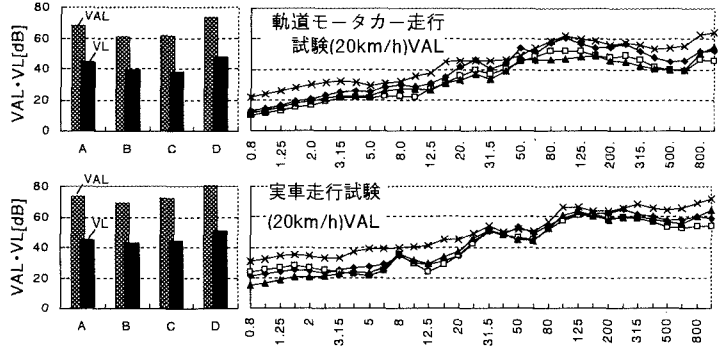


図-5 振動加速度レベルの1/3オクターブ周波数帯での分析結果

図-6 地盤のフィルタ

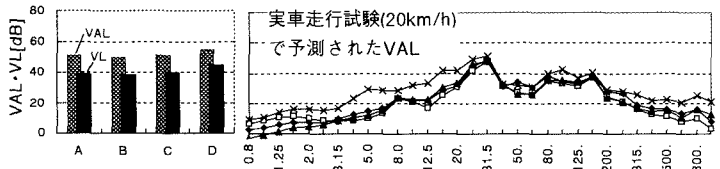
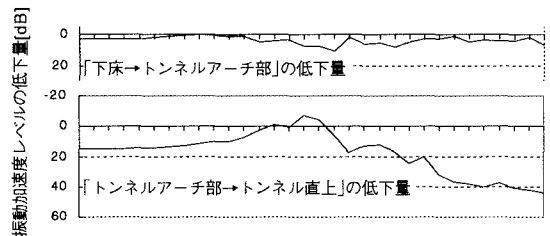


図-7 地表面の振動加速度レベル・振動レベルの予測結果

- 3)また図-5の1/3オクターブ周波数帯での分析結果は、軌道モーターカー走行試験ではB・Cの防振まくらぎ軌道がD軌道と比較し各周波数帯で一樣に10dB程度防振効果が見られるのに対して、実車走行試験では25Hz～250Hzの周波数領域での防振効果は小さい。これは、実車走行について計測対象とした台車が通過するまでに、軌道モーターカーの走行に比べて多くの台車が通過しているため、まくらぎの振動がより大きく励起されたためではないかと考えられる。
- 4)C軌道はB軌道よりも軌道のばね定数は小さいが、下床の振動加速度レベルはやや大きい値を示した。これはC軌道の防振パッドが、まくらぎの端部のみを支持しているという構造上の理由によるものと考えられる。しかし防振パッドの交換作業が現場で困難なA・B軌道に比べ、C軌道は現場での交換作業が容易であるという利点がある。
- 5)輪軸落下試験によって観測した「まくらぎ」における振動加速度波形をもとに、隣接する3周期から算出した各まくらぎの減衰定数を表-2に示す。これによればC軌道のまくらぎの減衰定数は、B軌道より小さな値を示した。この理由も前項4)と

表-2 まくらぎの減衰定数[%]

A	11.4
B	13.6
C	11.2
D	8.0

同様に考えることができる。

4. 地表面上の振動レベルの予測

図-5の実車走行試験による1/3オクターブ周波数帯の分析結果から、本試験地付近で以前実測した結果をもとに作成した地盤のフィルタ(図-6)を用いて、地表面の振動加速度レベルおよび振動レベルを予測¹⁾した結果を図-7に示す。この結果によれば「下床」でのA・B・Cの防振まくらぎ軌道とD軌道との振動レベルの差は、「地表」ではその差がやや小さくなっている。これは地盤の特性から、比較的高周波成分が多く含まれるD軌道で大きく減衰したと考えられ、軌道付近のみの防振性能の評価では、防振効果をやや大きく評価する可能性があることを示している。

5. おわりに

地下鉄において使用する防振まくらぎ軌道の防振性能試験を、3種の方法によって同一条件下で実施した。その結果、各防振まくらぎ軌道の防振性能及びその性能の試験方法による相違点等を確認することができた。

参考文献:

- 1)小泉・古田・長嶋「軟弱地盤における地下鉄振動レベルの一予測手法」土木学会第43回年次学術講演会講演概要集、1988年10月