

IV-10 軌道の振動におよぼすまくら木の形状と材質の効果について

京都大学工学部 正員 ○後藤 尚男
近畿日本鉄道 正員 飯間 仁*

1. 緒言

本研究においてはまくら木が軌道の振動性状におよぼす影響に注目し、特にまくら木の形状と材質の効果について考察したものである。ここではまくら木以外の軌道条件や車両条件がなるべく相接近した現地軌道において、木の並まくら木、RSコンクリートまくら木、コンクリート継まくら木の3種の区間を選んで、まくら木を中心とした軌道の振動性状を測定して、これらの結果に考究検討を加えた。なお道床の振動質量を考慮したまくら木振動の理論的取扱いについても言及した。

2. 現地軌道での測定結果

(1) 現地軌道と道床の硬さ 現地軌道は近畿日本鉄道大阪線、長瀬-弥刀間で、これら3地区はきわめて相接近しその路盤状態は大差ないものと推定される。3種のまくら木の主要値と、そこにおいて測定した道床の硬さを表わす N_{25} は表-1のとおりである。ただし N_{25} は円錐貫入試験機(落錘10kg, 落差51.5cm)で25cm貫入に要する打撃回数で、この値の大きいほど当然道床は硬いと思われる。

表-1. まくら木の主要値と道床の N_{25}

	木まくら木	RSまくら木	継まくら木
材 料	木 材	R.C.おび 連続用鋼材	R. C.
重 量	62 kg	202 kg	540 kg
底面積	5520 cm ²	4200 cm ²	13200 cm ²
N_{25}	中間部	84 回	67 回
	継目部	87	54
			31

(2) 測定結果 まくら木と道床の加速度を非接触ゲージ型加速度計、また道床の変位を電磁型変位計を用いて、これらの各現象を電磁オシロによって同時測定した。かくして得られた各区間におけるレール中間部の測定結果を一括表示したのが表-2である。なお継目部における加速度と変位の測定値は中間部におけるよりかなり大きい値を示した。なお振動数は各車輪による最大加速度付近で読みとったのである。

表-2. 測定結果の平均値と分布範囲

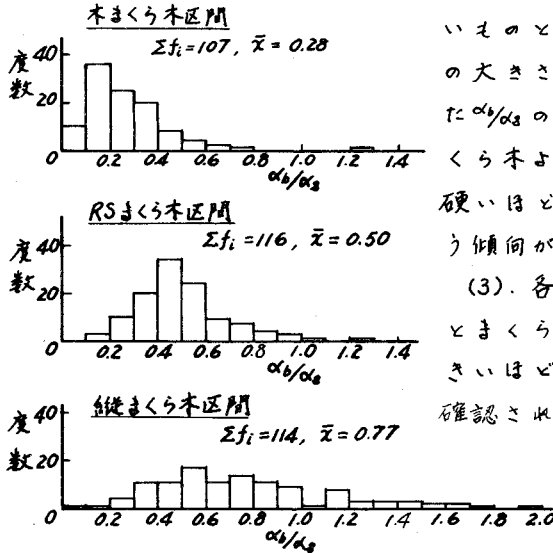
測定項目	木まくら木	RSまくら木	継まくら木
まくら木	加速度 平均 1.71g (0.2~4.5g)	1.18g (0.2~4.5g)	0.73g (0.2~3.5g)
	振動数 平均 610 % (300~900%)	575 % (400~800%)	450 % (300~600%)
道 床	加速度 平均 0.35g (0.1~1.8g)	0.50g (0.2~1.1g)	0.47g (0.2~1.4g)
	振動数 平均 175 % (130~200%)	155 % (120~190%)	124 % (100~160%)
	変 位 平均 0.19 mm (-0.3~0.4 mm)	0.33 mm (-0.9~0.7 mm)	0.21 mm (-0.5~0.6 mm)

3. 測定結果に関する考察

(1) 道床加速度の減衰度 道床加速度波形をみると、木まくら木区間では車輪による加速度は急激に減少するが、RS、継の両コンクリートまくら木ではこの減衰がそれほど顕著でないことが注目される。この傾向は継目部においてとくに著しい。

(2) まくら木の吸振効果 まくら木加速度 α_k と道床加速度 α_b との同時記録から両者の関係を調べるとほぼ直線的な対応関係にある。しかも α_b/α_k の平均勾配は木<RS<継となつてゐる。この関係をさらに明らかにするために α_b/α_k の度数分布を図示すると図-1となる。これより α_b/α_k の平均値は木0.28, RS0.50, 継0.77となつてゐる。この比の小さいことはまくら木

図-1.



の加速度伝達が小さい, したがってその吸振効果が大きいものと考えてよからう。このような意味での吸振効果の大きさは本>RS>継という結果が明瞭に出ている。また α_b/α_s の測定結果よりまくら本重量が大きいほど, 木まくら本よりコンクリートまくら本の方が, さらに道床が硬いほど, いずれもまくら本の吸振効果がよくないという傾向が認められた。

(3). 各まくら本間との関係 道床まくら本の振動周期とまくら本の重量・底面積の関係では, まくら本重量が大きいほど道床まくら本の振動周期が大きくなる傾向が再確認された。またまくら本面積については, 道床反力の真から有効面積のごときものによって対比すべきであろう。

表-3.

	木まくら本区間	RSまくら本区間	継まくら本区間
まくら本振動数 計算値 $n_b(0)$	273 % (2.46)	117 % (1.05)	111 % (1.00)
同上 $n_b(m)$	124 % (1.59)	87 % (1.12)	78 % (1.00)
道床振動数 実測値	175 % (1.41)	155 % (1.25)	124 % (1.00)

4. 道床の振動質量を考慮したまくら本振動数の計算

(1) 計算式 まくら本の振動では道床の振動質量を考慮すべきである。ソ連の B. П. Букче氏は構造物の下にいわゆる soil prism を仮定し, その縦振動を解いて, 振動質量を考慮した動的なばね定数 $k(m)$ を求めた。この $k(m)$ に支持されたと考えたまくら本の振動数方程式は次式となる。

$$m\omega_b^2(m) = \frac{\omega_b(m) \sqrt{E_0 r_0}}{K_0 \sqrt{\frac{r_0}{g}}} + EI \left(\frac{r_0}{I} \right)^4$$

EI, l, m : まくら本の曲げ剛性, 長さ, 線密度, $r_0=0.4730, 7.853, \dots, E_0, K_0, r_0$: 道床のヤング率, 道床係数, 単位重量

(2). 数値計算 現地における道床の E_0 と K_0 を推定し, まくら本の各値を上式に代入して各まくら本の振動数を算出した。その結果からまくら本の第0次の振動数 $n_b(0)$ (g を無視した場合)と, 上式から $n_b(m) = \omega_b(m)/2\pi$ を算出し, これらと道床振動数実測値と対比したのが表-3である。

5. 結言

本研究で得られた成果を要約するとつぎのごとくである。1) まくら本振動加速度はまくら本自重の軽いほど大きいといえる。2) 道床振動加速度はおおむねまくら本自重に比例する傾向にあるようである。3) まくら本の加速度吸収効果は本>RS>継となつてまくら本の材質, 弾性, 自重の影響が大きいようである。4) 振動数は道床, まくら本と本>RS>継となった。5) 継目部における道床振動の時間的な減衰割合からして, コンクリートまくら本軌道の継目部は劣化し易いと考えられる。6) 上記の1)~5)の各結果にはまくら本の材質, 形状, 弾性, 自重の外に有効支持面積, 道床硬さなどが影響している。7) 道床の振動質量を工学的に考慮してまくら本の振動数を算出し, 道床振動数の実測値と対照した結果, 道床にはまくら本の第0次の振動が支配的に現われているらしいことがわかった。

* 昭. 36. 3. 京大, 工, 土木部研究科 修了