

立命館大学理工学部 正員 早川 清
立命館大学理工学部 正員 畠山 直隆

1. まえがき：最近，鉄道機関の輸送能力の向上にともない，列車の走行時の騒音，振動による沿線住民の苦情が増加する傾向にある。鉄軌道による地盤振動は発生源特性（車種，車速，重量，列車編成）が多種であるのに加えて，沿道への伝達経路では線路構造物の種類，地盤の性質などに影響され，解析が困難となっている。新幹線に因しては報告例も多くなっているが，一般の私鉄についてはそれほど多くの測定もなされているようである。ここでは京都－大阪間を走行する2つの私鉄を対象として更測した結果について報告する。

2. 測定方法：測定場所はH私鉄の4ヶ所（平面区間1ヶ所，盛土区間3ヶ所）とK私鉄の14ヶ所（平面区間8ヶ所，盛土区間6ヶ所）である。地盤振動の測定は振動レベル計を使用し，線路と直方方向の地盤上の3～5ヶ所の測定点における鉛直方向の振動成分をデータレコーダに磁気録音し，この記録をレベルレコーダに再生することにより振動レベルを求めた。総測定本数はH私鉄295本，K私鉄265本である。車速はストップウォッチを使用してある一定区間を走行する時間を測定し計算により求めた。またK私鉄では地盤振動の測定位置に対応する区間を車体中（同一列車の同一箇所に加速度型ピックアップを設置した）の振動計により上下方向の加速度記録についてデータレコーダに録音し，再生記録より30～50個の数値を読み取りその標準偏差値を求めレール凹凸に関する一つの指標とした。

3. 結果及び考察：(i)振動レベルの距離減衰；Fig-1は横軸に測定点側のレール端よりの直方距離をとり，振動レベルの算術平均値の距離減衰を平面区間と盛土区間に分類して示したものである。振動レベルは距離10mでは平面区間で60dB程度であり，盛土区間では60dBを少し下まわっている。全体的に振動レベルは盛土区間より平面区間の方が大きくなっており，これは主要には両者の構造様式の相違による振動伝達経路の異なるによるものと考えられる。距離減衰の傾向は平面区間においても若干の凹凸があるが，全体的には車輪を点振源とした標準-6dB/2dの減衰特性に近似していると思われる。(ii)振動レベルと列車速度の関係；Fig-2，Fig-3は振動レベルと列車速度について最小二乗法により回帰式を求めて両者の関係を図示したものである。実線は平面区間を，点線は盛土区間を示しており，図中のINは列車が測定点側を通過した場合，OUTは反対車線を通過した場合に相当している。表示の数値は上下線での振動レベルの差が少なかったため，両者を含めて計算した。これより全体的傾向として列車速度

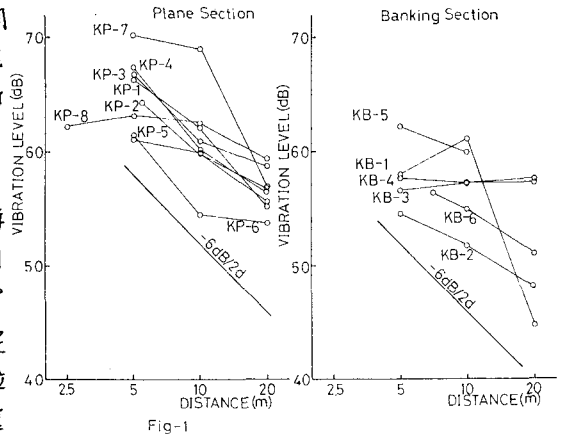


Fig-1

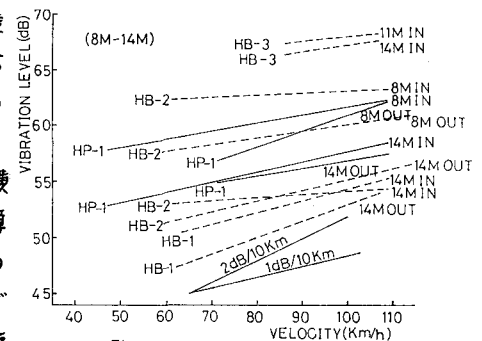


Fig-2

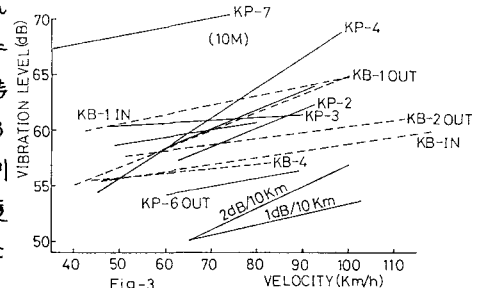


Fig-3

Figure 4 is a scatter plot showing the relationship between Vibration Level (dB) on the Y-axis and Weight (ton) on the X-axis. The Y-axis ranges from 40 to 70 dB, and the X-axis ranges from 100 to 250 tons. Two data series are plotted: KP-1 (solid circles) and KP-3 (open circles). Two dashed lines represent the regression for each series. KP-1 shows a positive correlation, while KP-3 shows a relatively flat relationship.

Weight (ton)	Vibration Level (dB) - KP-1	Vibration Level (dB) - KP-3
110	55	58
170	61	64
180	62	60
190	58	60
200	64	64
205	65	68
210	63	65
220	61	60
225	62	62
230	61	65
235	62	66
240	61	67

Table -1

	DIURNAL	N	A	B	C	D	PMWL	TMW	HAWS	PMW/HA	TMW/HA
13-1	10:01	13	0.6029	-0.0765	0.1312	56.1945	0.4479	0.1910	0.4855	0.5142	2.12
13-2	10:00	10	-0.1567	0.1407	-0.0140	52.7107	-0.4213	0.0493	-0.3330	0.9609	0.31
13-3	10:00	5	-0.3120	0.0544	-0.0749	52.7125	-0.0920	0.8402	0.5261	0.9027	0.51
13-4	10:00	2	-0.7517	0.2696	-0.0000	47.6140	-0.3556	0.9614	0.2253	0.9918	0.69
13-5	10:00	1	-1.8776	0.0514	0.0143	46.6134	-0.4004	0.1867	0.2664	0.5076	1.89
13-6	10:00	20	-0.0533	0.0952	0.0334	58.4132	0.3510	0.0517	0.3600	0.5256	1.60
13-7	10:00	14	1.5013	0.0140	-0.0055	53.7581	0.4266	-0.0213	0.2922	0.4278	1.89
13-8	10:00	7	-2.4647	-0.0002	0.1086	55.9067	-0.0295	-0.0756	0.1810	0.5155	1.79
13-9	10:00	1	-1.3315	-0.1242	0.0763	47.7290	-0.2535	-0.5055	-0.2095	0.6599	2.06
13-10	10:00	1	2.0968	0.0225	-0.0855	55.4006	-0.7432	0.5418	-0.6912	0.8778	0.77
13-11	10:00	14	-1.8782	0.4897	0.1616	58.0099	-0.2711	0.4608	-0.1595	0.6922	0.01
13-12	10:00	13	-2.8234	0.3020	0.0711	49.3709	0.0461	0.7213	0.1922	0.0032	1.21
13-13	14:00	61	0.1188	0.0594	-0.0772	48.5	0.5400	0.7601	0.4909	0.779	0.79
13-14	14:00	43	-0.151	0.0593	0.165	42.6	-0.316	0.348	0.322	-0.544	
13-15	14:00	39	-0.255	0.053	0.165	42.6	-0.316	0.348	0.322	-0.544	
13-16	14:00	39	0.029	0.060	0.000	42.6	0.129	0.168	0.188	0.637	
13-17	14:00	51	0.058	-0.007	0.002	52.4	0.213	0.129	0.168	0.637	
13-18	14:00	46	0.040	0.040	-0.004	45.4	0.781	0.720	0.713	0.836	
13-19	14:00	22	0.113	0.055	-0.058	62.4	0.479	0.281	0.469	0.495	
13-20	14:00	24	-0.123	0.063	-0.063	55.8	0.920	0.136	0.620	0.501	

絶対値の平均
によると、
あり、平均
50がほとん
振動レベル
くなるよう
論議は出来
には乗車率
関係数と列
バラツキが

COEFFICIENT OF CORRELATION

$R = 0.0246\delta - 0.361$

(8M-14M)

STANDARD DEVIATION

Fig-5

Figure 6 is a scatter plot showing the relationship between Vibration Level (dB) on the Y-axis and Standard Deviation on the X-axis. The Y-axis ranges from 40 to 70 dB, and the X-axis ranges from 0 to 6. The plot is divided into two main sections: Banking Section (top) and Plane Section (bottom). Data points are categorized by distance: 5 M (open circles) and 10 M (filled circles). Dashed lines represent the trend for each section type.

Section Type	Distance (M)	Standard Deviation	Vibration Level (dB)
Banking Section	5 M	3.2	65
		3.5	68
		4.8	68
	10 M	3.2	62
		3.5	64
		3.8	66
Plane Section	5 M	3.2	52
		3.5	54
		3.8	56
		4.2	58
		4.5	60
		5.2	62
	10 M	3.2	50
		3.5	52
		3.8	54
		4.2	56
		4.5	58
		5.2	60

Fig-6

312