

某鉄道による地盤振動の実態について

立命館大学理工学部 正員 畠山直隆
立命館大学理工学部 正員 早川 清
立命館大学大学院 学生員 松藤泰輔

1. はじめに：鉄道による地盤振動は工場や自動車によるものとは若干異った性状を示すと考えられる。ここでは振動レベル計を用いて某私鉄沿線の地盤振動の振動レベルと加速度レベルと平面区間1ヶ所と高さ0.8m, 2.5m, 4.2mの盛土区間3ヶ所の計4ヶ所で測定した結果について述べることにした。また最後に重回帰モデルによる鉄道地盤振動の予測を試みる。

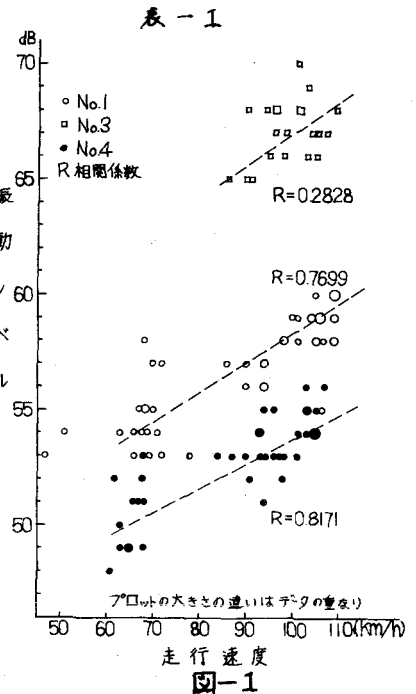
2. 実測方法：測定場所の構造形式と振動計の設置位置は表-1に示すとうりである。各測定場所ごとに振動レベル計(DM-13AとDM-16またはDM-12B)を用いて、主に鉛直方向の振動レベルまたは加速度レベルの同時測定を行いデータレコーダ(TEACR-70, R-100)によってテープに録音した。また列車走行速度は一定区間を通過する時間を測定して計算した。振動計を設置した各測定場所の地盤は、NO.1がアスファルト舗装、NO.2とNO.4が公園敷地内の比較的硬い地盤、NO.3は農場敷地内の少し軟らかい地盤であった。NO.2では深さ2m, 半径3m程度の池の跡があった。

3. 実測結果：テープに録音した振動レベル記録と高速レベルレコーダ(リオンLR-04, 動特性slow)によって再生し、振動レベルなどを読み取った。

測定場所	構造形式	上下線中心から測点までの距離
NO.1	平地	8m, 14m, 20m, 30m, 40m
NO.2	盛土 h=0.8m	8m, 14m, 20m, 30m
NO.3	盛土 h=2.5m	11m, 15m, 20m, 30m, 40m
NO.4	盛土 h=4.2m	14m, 20m, 30m, 38m

(1) 振動レベルと列車走行速度の関係：図-1はNO.1, NO.3, NO.4の上下車線中心からの距離14m地点の振動レベルと列車走行速度の関係を示したものである。さらに振動レベルと列車走行速度の相関係数をNO.1~NO.4の各測点について計算したが、NO.1, NO.4の各測点については強い相関関係があり、NO.2, NO.3の各測点については弱い相関関係が認められなかった。しかし、図-1を見ると列車走行速度が60~110km/hにおいてはほぼ1次の相関関係があるように思われる。NO.3の振動レベルが全体的に大きいのは地盤が軟弱であったためと思われる。特急、急行、普通の走行速度がほとんどかわらない区間では相関係数は小さかった。

(2) 振動レベルの距離減衰：図-2に4測定場所の振動レベルの距離による減衰を示した。図より全体的にはほぼ-6dB/100mに近い減衰をしているように思われる。なおNO.3の振動レベルが全体的に大きいのは上述のように地盤が軟弱な



ためと思われる。

(3) 1/3 オクターブ周波数分析; テープに録音された各加速度レベル記録は1/3 オクターブ分析器(リネ SA-57)を通して周波数分析された。上下線中心からの距離の変化に伴う卓越周波数の変化を示す1例を図-3に示した。この図によるとNO.1では8Mで卓越していき40~80 Hzの周波数成分は距離が大きくなるに伴って減衰が大きく、30~40M付近では12.5Hz前後の周波数成分が卓越するようである。図は示していないがNO.2では8~20Mでは80Hz前後の周波数成分が卓越しているが、30Mでは40Hz前後の周波数成分がやや卓越しているように思われる。これは観測線左方レベル上3Mに落接継目があったためと思われる。NO.3では14Mで12.5Hzと40~50Hzの周波数成分が卓越し、距離が大きくなるにつれ減衰の度合は小さくなるようである。NO.4では14Mで83Hzが卓越しているが、40Mになると12.5Hzと50Hz前後の周波数成分が卓越するようであった。図-4に列車による振動レベル波形を示した。図によると列車の車輪の通過時にピークが出るのがわかる。

4. 予測に関する1試案; 鉄道による地盤振動を予測するためその要因を全車輪長、走行速度、全重量に単純化して考え、回帰関数を次のように特定化した。

$$VL = A \times L + B \times V + C \times W + D$$

ここにVLは振動レベル(dB), Vは列車全車輪長(m), Wは列車走行速度(km/h), Wは列車全重量(t)である。実測データを用いて最小二乗法によって係数A, B, C, Dを決定した。次に各測定場所を1つの式で表わすため、各測点のA, B, Cと算術平均してA', B', C'を決定し、1測点で実測振動レベルと一致するようにDを決定した。さらに距離減衰を考慮した項を入れた式を次に示すと、

$$VL' = A' \times L + B' \times V + C' \times W + D$$

ここにrは線路中心からの距離(m), rは線路中心から各測点までの距離(m)である。振動レベルの距離減衰は6dB/2と仮定した。NO.4地点の計算結果を表-2に示した。

5. おわりに; 平面区間と盛土区間の実測を行った。まだ資料が少なく不明確な点が多いが今後さらに高架等構造形式の異なる場所において測定を重ねて資料をふやし、実態を明らかにしていくことを考えている。

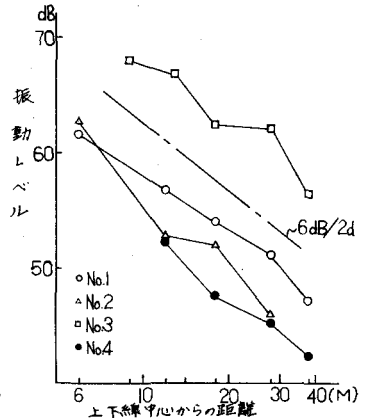


図-2

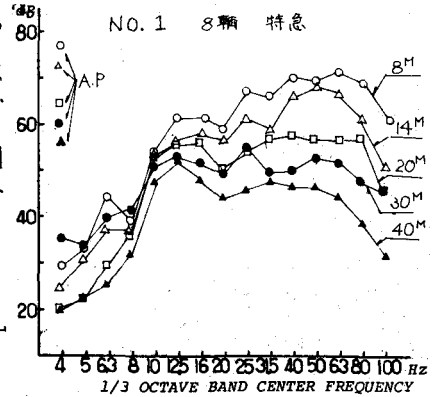


図-3

8輛編成 特急

振動レベル波形

5秒

動特性 Fast

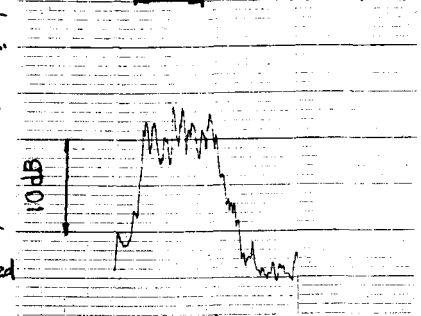


図-4

測点	A	B	C	D	平均偏差	A'	B'	C'	D'	平均偏差
14M	-0.255	0.093	0.165	42.20	0.8 dB					0 dB
20M	-0.244	0.161	0.168	31.97	1.0 dB	-0.201	0.127	0.130	31.7	-1.6 dB
30M	-0.166	0.115	0.113	32.82	0.8 dB					0 dB
40M	-0.119	0.137	0.079	30.07	0.8 dB					0.5 dB

表-2