

福島高専 正会員 志賀 宣郎
 東北大学 学生会員 和田 雄二
 東北大学 学生会員 〇 元木 洋

1. はじめに

列車の車外騒音に関しては、従来から種々の研究が行なわれている。これらの結果から、列車騒音は周波数的に見ると、30 Hz前後から2 kHz付近まで広い範囲に渡る音から成っており、特に250 Hz以上の中高音域の成分は車輪とレールの間の衝撃作用や空気力学的要因によつて発生し、一方250 Hz以下の低音域の音は、構造物の振動により発生しているのではないかと考えられている。そのため、防音壁等を設置して騒音の軽減を計、特に中高音域の音に対しては効果が認められても、低音域の音に対して、構造物や防音壁自体の振動により発生する騒音について十分な検討が行なわれなければ、満足いく遮音効果は得られないことになる。

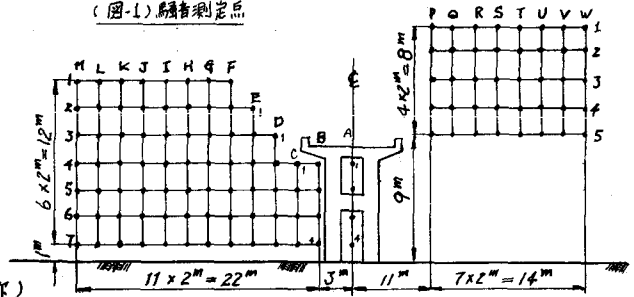
本研究は、山陽新幹線西明石付近で採録した列車騒音の解析、及びモルタル・バニアにより簡単な梁板を作製し、これを加振器により強制振動させた時に発生する音の特性を解析するに比しより構造物、特にコンクリート体の振動により発生する騒音の実体、更にその効果的な軽減技術を明らかにするための基礎的資料を得るために行なうものである。

2. 測定及び実験の具体的内容

(1) 西明石付近で採録した列車騒音の解析

昨年3月、山陽新幹線西明石付近において列車騒音の測定を行つた。測定はマイク・指示騒音計によりテープレコーダに録音するとともに列車速度の算定、ピークの音圧レベル(dB)と記録した。測定地点は鉄筋コンクリート高架で測点位置は図-1に示す通りである。録音した騒音の解析には高速フーリエ変換器(以下FFT器と略称)

(図-1) 騒音測定点



を用い、主ピーク・スプートルを求めると騒音の周波数分析を行つた。パワースプートルは、入力信号をフーリエ変換しその実部と虚部とをそれぞれ平方して加えて得られるもので、周波数と音圧レベルの関係を知る目安となる。これをもとに列車騒音の特性を明らかにし、問題とする低周波数域の音の騒音に対する寄与度について考察する。

(2) 梁板の振動実験

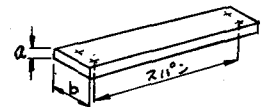
モルタル及びバニアで梁板を作製しこれを強制振動させ、この時に発生する音と振動との関係を明らかにすることを目的に種々の測定を行つた。振動として強制振動を選んだのは、実際の構造物において騒音がピークになる際の振動は、列車の輪荷重の周期的な載荷により加えられる強制振動であると考えられているからである。また材料としてモルタル・バニアを選んだのは、コンクリートに近いものとしてモルタルを、また本研究の目的が材質より形状寸法により振動騒音がいかに変化するかをまず明らかにするに比しあるのでバニアを材料のうちの1つとして採用した。供試体の寸法は次の通りである。

モルタル製梁寸法(単位mm)

a	25	20	20
b	50	80	120
スパン	1000	1000	1000

バニア製梁寸法(単位mm)

a	15	15	15	15	15	15
b	120	120	80	80	50	50
スパン	1000	1700	1000	1700	1000	1700

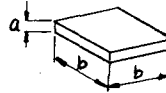


モルタル製板(単位mm)

a	20	20
b	140	200

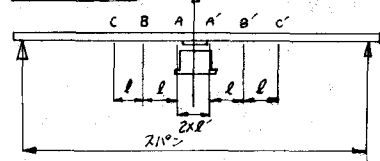
ゲンア製板(単位mm)

a	15	15	15	15
b	70	100	140	200



供試体の寸法は、実験に使用する加振器の能力やモルタルの曲げ強度等のことを考慮しながら、梁の場合モルタルではスパンも一定にして幅と厚さの比も2:1 4:1, 6:1とし、ゲンアでは幅は同じにしてスパンも2種とし形状寸法効果を調べることに主眼を置いて決定した。各供試体は梁の場合は支間中央に、板の場合はその中心に加振器を取り付け強制振動させた。振動数は2KHz, 1KHz, 500Hz, 100Hz, 50Hzとした。これは、列車騒音が2KHzから30Hzの範囲の音から成る、というと思われることを考慮して決めた。また梁については上記振動数の他、その固有振動数も別途求め、この固有振動数により振動させることにした。これは、共振点において他の場合と差異があるか否かを調べるために行うものである。測定は、振動計により振動の加速度速度振幅を読み取り、これをデーターレコーダに採録すること、また指示騒音計により音圧レベルを読み取り、これを振動音をデーターレコーダに採録する。各供試体の測定は図2の通りである。

(図2) 測定位置



(梁) スパン1mのものは $l=20\text{cm}$, スパン1m70のものは $l=30\text{cm}$

l は両者とも5cmで、A~Cの3点に振動計ピックアップを取り付け振動諸元を測定。A'~C'の3点でそれぞれ表面直近、5cm、10cm上の3点について騒音計を用いて測定を行なう。

(板) $l=5\text{cm}$ (一定)とする。各測定点において梁と全く同様の測定を行なう。



強制振動の振動出力は、加振器に加える電圧・電流を一定にして、供試体の寸法材質に関わらず一定とした。測定したデーターは次のようにまとめる。

i) 振動体の振動加速度速度振幅と振動音の音圧の関係

梁板を強制振動させたときの測定値から、両者の間の相互関係と形状効果の有無について考察する。

ii) 振動と振動音のスペクトルの解析

振動計及び騒音計により採録した振動・振動音とFFT装置で解析し、振動スペクトルを求め、両者の相互関係を考察する。

iii) 放射効率 Radiation Efficiency の算定

振動体が発する音を評価する一つの目安として放射効率 Radiation Efficiency σ がある。これは通常 σ で表わされ $\sigma = \frac{P}{\rho c S \bar{v}^2}$ と定義される。Pは表面積Sをもった振動体から放射される音の出力、 $\bar{v}$ は振動体の振動速度(自割平均)、cは音の伝播速度、 ρ は振動体の密度である。 σ は $0 \leq \sigma \leq 1$ の範囲にあり、大きな表面積を持つ、剛体ピストンが振動する場合、 $\sigma=1$ となる。騒音、特に構造物の振動が問題となる騒音では、構造物の放射効率 σ がより小さい値となることが望ましいが、本実験では、振動数や形状寸法により σ の値がどのように変わるかを調べる。 σ の算出には前の式を変形して対象の形(dB表示)にした次式を基本にする。

$$10 \log \sigma \text{ (dB)} = L_p - L_v - 10 \log S \quad \text{.....(a)}$$

ここに L_p はパワーレベル、 L_v は速度レベルである。音圧レベル(Sound Pressure Level)を L_p とすると、 L_p, L_v の間には $L_p = L_v - 10 \log S$ なる関係がある。これをを用いて(a)式を変形すれば

$$10 \log \sigma \text{ (dB)} = L_p - L_v \quad \text{.....(a)'} \quad \text{となり、}\sigma\text{の算出にはこの式を用いる。}$$

L_p は騒音計による測定値と、 L_v は $L_v = 10 \log [\frac{\bar{v}^2}{g_0^2}]$ の式を用い振動計により測定した $\bar{v}$ を代入し算出した σ を求める。
($g_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ (m/s)}^2$ である)

3. 結果

結果は口答で述べることにする。