

山梨大学工学部 正員 太田 貞次
山梨大学工学部 正員 深沢 泰晴
山梨大学工学部 松本 正文

1. はじめに

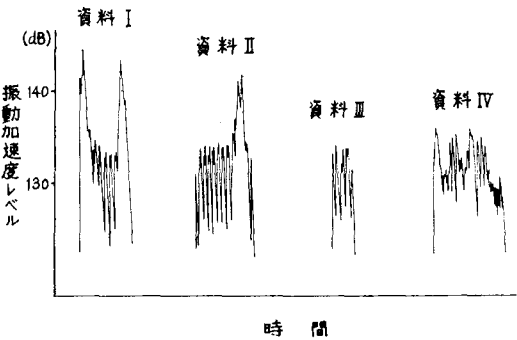
現在各地で社会問題化している鉄道橋プレートガーダーの騒音に対して、有効な制御対策を策出するには、最も基本的な資料として、列車通過時におけるプレートガーダーの高周波振動の特性と、それに対応する騒音特性とを十分に把握することが必要である。このような見地から著者等は、①現在供用中の鉄道橋プレートガーダーについて、振動加速度ならびに騒音レベルの現場測定を行ない、その結果の分析を試みている；②理論面での裏づけを得るべく、列車の通過によってプレートガーダーに発生する高周波振動の解析とそれに基づく騒音発生機構の究明とを行なっている。ここでは、実測データの分析によって得られたプレートガーダーの高周波振動および騒音レベルの特性についてその一部を報告する。

表-1 通過列車

	列車の種類	車両数	列車速度
資料Ⅰ	特急列車	9 輛	18.2 m/秒
資料Ⅱ	急行列車	12 輛	19.8 m/秒
資料Ⅲ	普通列車	4 輛	17.6 m/秒
資料Ⅳ	貨物列車	—	15.4 m/秒

2. 振動加速度および騒音レベルの測定結果

スパン 25.38 m の単純支持の無道床プレートガーダーの場合、端パネルおよびスパン中央パネルのウエブおよび下フランジについて、加速度ピックアップおよび騒音計を用いて、表-1 に示す4種類の列車荷重の振動加速度と騒音レベルを測定した。列車の種類別（表-1）の振動加速度レベルの時間変動パターンのスパン中央パネルのウエブ中央における測定結果を図-1 に示す。特急列車、急行列車においては、最初と最後の部分に特異な変動が見られ、また貨物列車では、その変動パターンは他に較べて不規則である。なお、下フランジの振動加速度レベルおよびスパン中央パネルと端パネルのウエブ真横の騒音レベルも同様な変動を呈すが、騒音レベルでは、後者は前者に比して 7~10 dB 小さくなる。



3. 振動加速度および騒音レベルの周波数分析

スパン中央パネルのウエブ中央における振動加速度スペクトルを $1/3$ オクターブ分析器により求めた結果を、図-2 に示す。各周波数の振動加速度レベルとしては、時間変動が規則的な部分の値を用いた。図より、125~1000 Hz の周波数成分によるものが卓越していることが見られる。列車の種類による差異はほとんど見されない（ただし、表-1 に示されるように、測定地点においては各列車とも同程度の速度で進行している）。同ウエブ真横の騒音スペクトルも振動加速度スペクトル同様 125~1000 Hz 付近で卓越しており、列車の種類による差異はほとんど現れない。

図-1 振動加速度レベルの時間変動パターン

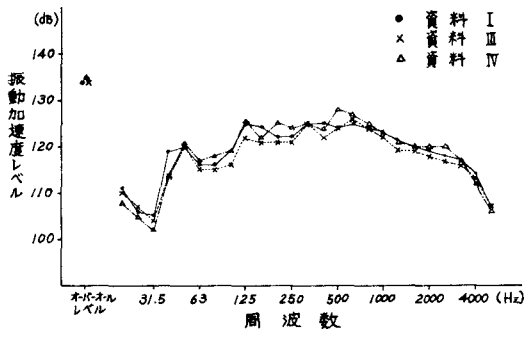


図-2 スパン中央パネルのウェブ中央の振動加速度スペクトル

図-3はスパン中央パネルのウエブ中央と下フランジの振動加速度スペクトル、およびウエブ真横と下フランジ直下の騒音スペクトルを描いたものである。ウエブ部分の振動加速度と騒音レベルの間にはかなりの対応性が見られるが、下フランジの場合、両者には明確な対応性が見られず、下フランジ直下の騒音スペクトルは、反ってウエブの振動加速度スペクトルに類似している。このことは、下フランジ直下においてさえウエブの振動による音のエネルギーが卓越していることを意味しており、鉄道橋プレートガーダーの騒音は、桁かさの騒音としてはウエブ振動が支配的であることを示している。

プレートガーダー中央パネルと端パネルのウエブ真横における騒音スペクトルを比較したものを図-4に示す。両者の間には、低い周波数においてはそれほど差は見えないが、周波数が大きくなるにつれて、端部では騒音レベルが急激に低下するのに対し、中央パネルでは端部に比して減少の割合が小さく、高周波の領域では大きな差異を生じる。

4. 振動加速度と騒音レベルの関係(放射効率)

スパン中央パネルのウエブ中央の振動加速度および騒音の測定結果を用いて、ウエブプレートの振動加速度と騒音レベルの関係を計算してみる。測定点の騒音レベルに寄与する範囲内のウエブプレートに対して一定の振幅の正弦振動を仮定して、音源の出力 W と音響出力の基準値 W_0 ($=10^{-12}$ watt) との比 $W/W_0 = \rho$ で定義される放射効率を用いると、音圧レベル SPL と振動加速度の関係が次式のように導かれる¹⁾；

$$\text{SPL} = 20 \log_{10} \frac{a}{10^{-2}} + 10 \log_{10} \rho - 20 \log_{10} f + 10 \log_{10} \psi + 82$$

(a : 振動加速度, f : 周波数)

上式中、右辺第1項は騒音源の出力の項、第4項はウエブと騒音測定地点の距離による補正の項である。上式によって求めたウエブプレートの放射効率を図-5に示す。ここでは、周波数が大きくなるにつれて放射効率は際限なく大きくなってしまいが、定義よりこのようなことは起こり得ず、この関係式を周波数の大きい領域において適用することには問題があるように思われる。振動加速度レベルと騒音レベルの関係式の周波数適用領域等について検討することは、今後の課題である。

謝辞： 本報告における振動および騒音の測定に際して、お世話になった国鉄関係者の方々に対しまして、ここに御礼申し上げます。

参考文献： 1) 谷口、羽根、堀、菅原：無道床鋼橋の騒音対策、国鉄構造物設計資料 No.42, pp 8-13, 1975年6月。 2) 日本音響材料協会編：騒音対策ハンドブック、技報堂、昭和41年12月。

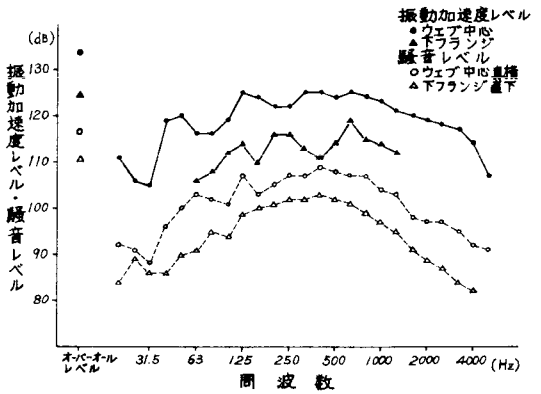


図-3 振動加速度スペクトルと騒音スペクトル

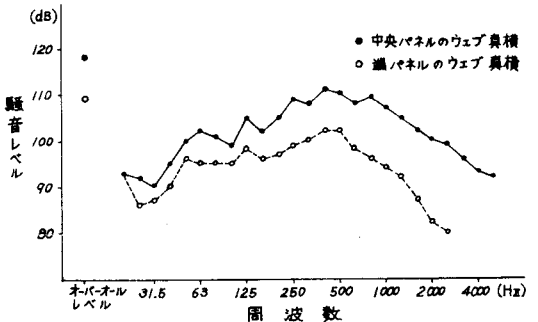


図-4 プレートガーダー中央パネルと端パネルの騒音スペクトルの差異

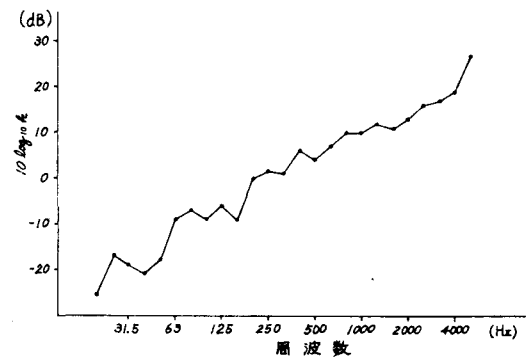


図-5 放射効率