

東京大学工学部 正員 松本 嘉司
 学生員 〇角 知憲
 建設省 正員 秋常 秀明

1. 摘要

近年、鉄道騒音が問題視されるようになって来ており、東京都においても地下鉄高架区間の架道橋(鋼橋)に防音工事を行なう計画が進められている。そこで、騒音と、騒音を発生する可能性のある橋梁構造の振動との関係を分析し、後に行なわれに防音工事(バラストマットの敷設)の効果を判定するための基礎的データを得ることを目的として、騒音と主要な構造部材の振動とを同時測定した。データの分析から、次のようなことが結論として挙げられる。

- ① 橋梁構造用鋼板の振動から発生する騒音が主要な成分であることが確認された。
- ② 構造振動のうち、少なくともあるものについては鋼板の固有振動数であると考えられる。
- ③ 振動の大きさと発生する騒音のパワーとの関係については、なお研究の必要がある。

2. 測定の概要

測定を行なった架道橋は、下路プレートガーダー橋と呼ばれる型式で、バラスト道床を備えている(図-1)。振動は図-1に示す各点について5ケースに分け、各ケース5点を騒音1点と同時測定した。計測器は圧電型加速度計及び精密騒音計を使用してデータレコーダに記録し、後日、再生、分析する方式を採った。

3. 分析結果

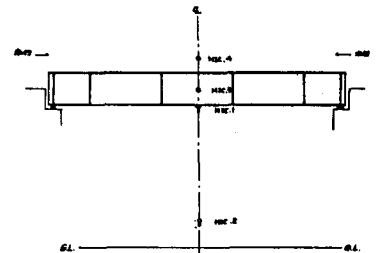
振動・騒音のデータは原則としてハイブリッド計算機を使用してFFT分析を行なった。代表的結果を図-2,3に示す。パワーの大きさは分析データにより、また時間的にも変化するが、卓越周波数はほとんど不変である。また騒音については $\frac{1}{3}$ オクターブ分析を行なうほか、振動加速度についてその卓越周波数の変動が少なく、かつ周波数間隔が割合に開いている点を利用して、 $\frac{1}{3}$ オクターブフィルタを用いて主要な周波数成分の大きさを概算した。その結果を図-4、及び表1に示す。(但し1例である。)

4. 結論

以上の分析から、次のようなことが結論として挙げられる。

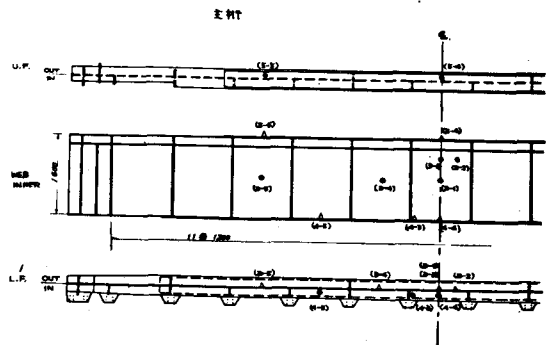
- ① 振動と騒音の関係 鋼板の振動と騒音の同波

橋梁構造用鋼板の振動と騒音の同時測定



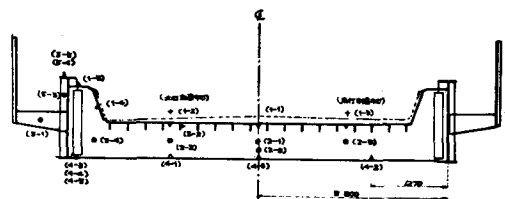
測定点 M1C-1 ~ M1C-4 (橋梁構造用鋼板)
 M1C-1: 橋梁下(橋脚側)
 M1C-2: 橋上 1.5m (M1C-1より下)
 M1C-3: 橋上 0.5m (M1C-2より下)
 M1C-4: 軌道床 (M1C-3より下)

下路プレートガーダー橋の断面図



鋼板の振動と騒音の同時測定

(A: 鋼板の振動)
 (B: 鋼板の騒音)



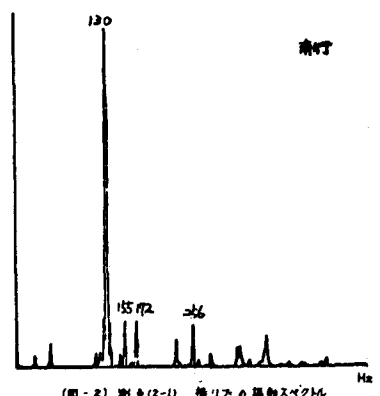
(図-1) 下路プレートガーダー橋の断面図

数が良く一致している(図-6,7)以上、鋼板の振動が騒音の原因であると考えられる。但し、床板下の騒音のレベルが、鋼板の振動速度から計算した値に比べ格段に大きいこと、振動では決してピークが見られたいが、騒音にはかなり大きなピークをもつ周波数成分があること、通常は音になりにくいとされるフランジ部の振動に対応する周波数成分の音がかかり大きいことなどの現象があり、振動が騒音を発生するプロセスにはさらに研究を要するものがある。

対象周波数 (中心周波数)	横リブの加速度			
	測点(2-1) 橋中央	測点(2-2) 北行軌道下	測点(2-3) 南行軌道下	
all pass	1.38 1.29	1.29 1.26	1.38 1.32	
95 Hz (100Hz)	0.08 0.05	0.09 0.05	0.10 0.05	
130 Hz (125Hz)	0.17 0.19	0.16 0.18	0.17 0.20	
165 Hz (160Hz)	0.12 0.10	0.13 0.09	0.13 0.09	
315 Hz (315Hz)	0.18 0.10	0.16 0.10	0.17 0.12	

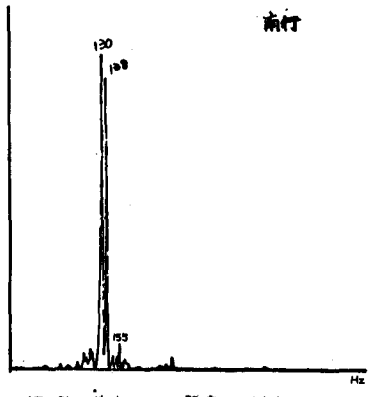
(表-1)

②振動の性質 車輪がレール継目を通る際には大きな衝撃力が加わるため、鋼板の固有振動が励起されるということは十分考え得る。事実、主桁ウェブの最低次の卓越周波数(70Hz)は、周辺固定矩形板の固有振動の計算値(73Hz)に対応すると考えられるほか、横リブ、床板で卓越する130Hzの振動も、橋軸直角方向への変化を無視すれば測定値に近い計算値が得られる。これらのことから、他の周波数についても固有振動数である可能性があると考ええる。



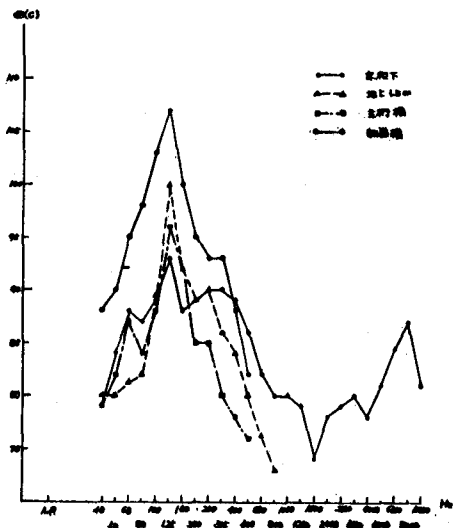
(図-2) 測点(2-1) 横リブの振動スペクトル

③騒音の伝搬について 床板下及び橋の直下での騒音の主要成分である125Hzバンド(床板下では106Hzバンドにピークがあるが、これは地上では余り大きくない。)の成分について、床板と横リブのつくる空間に録音源を仮定して全スパンに配置し、地上における騒音を計算したところ、実測値に比べておおむね妥当な値を得た。また、主桁横及び軌道上における125Hzバンドの成分は、地上における値より小さいということからも、地上での騒音の主なものとは橋梁構造から伝わる音であると言える。



(図-3) 地上1.5mの騒音スペクトル

今回、測定を行なった架道橋はすでにバラストマットの施工を完了しており、その効果を判定するため、近々再び同じ橋において振動・騒音を測定する予定である。



(図-4) 南行線の橋下と地上の振動比較(C線橋)

ピーク周波数		70	95	125	160	200	250	315
振動	床下							
	地上1.5m							
	主桁横							
騒音	床下							
	地上1.5m							
	主桁横							
1/100周波数		71	100	125	160	200	250	315
中心周波数		63	80	100	125	160	200	250

(図-5) 振動と騒音の測定(南行線)