

鋼鉄道橋に生じる騒音の音源分離に関する検討について

鉄道総研 正会員 ○杉本 一朗
 鉄道総研 半坂 征則
 鉄道総研 長倉 清

1. はじめに

鋼鉄道橋は鋼材のもつ軽くて強度が高い特徴を生かして様々な箇所で用いられているが、列車通過時の音が大きいことから（特に開床式の橋梁）、騒音対策が重要となっている。これまで、各種対策が講じられてきているが、騒音源を明確にする検討は十分にされてきていない。そこで、本検討では鋼橋に生じる転動音や構造物音を分離し、今後の騒音対策に役立てることを目的とした。

2. 鋼鉄道橋に生じる騒音

これまでの事例から鋼鉄道橋を走行する列車の主な音源として(a)転動騒音、(b)車両機器騒音、(c)まくらぎからの放射音、(d)構造物騒音を設定した。このうち構造物騒音に関しては、図1に示すように鋼橋の主要部材として縦桁、横桁、下弦材、ラテラルおよび垂直材と斜材(以下、トラス材と称する)の5種類にさらに区分し、構造物騒音はこれらの部材からの放射音を合成したものとみなす。車両機器騒音は転動騒音に含めて考慮することとした。なお、ここでは転動騒音とまくらぎの放射音をまとめて橋上騒音として扱う。

3. 音源分離の方法

3.1 橋上騒音と構造物騒音の音源パワーの推定

各音源 j ($j=1$: 橋上騒音, $j=2$: 構造物騒音) から発生した騒音の受音点 i ($i=1$: レール近傍点, $i=2$: 構造物下の地上 1.2m 点) での寄与を L_{pij} とすれば、 L_{pij} は次式で表される。

$$L_{pij} = L_{wj} + \Delta L_{r_{ij}} + \Delta L_{d_{ij}} + d \quad (1)$$

ここに、 L_{wj} は音源 j の線路方向単位長さ当たりのパワーレベル(dB(A)/m)、 $\Delta L_{r_{ij}}$ 、 $\Delta L_{d_{ij}}$ はそれぞれ音源 j から受音点 i までの伝搬における距離減衰量(dB)、回折減衰量(dB)、 d は定数である。 $\Delta L_{r_{ij}}$ 、 $\Delta L_{d_{ij}}$ 、 d は図面で読みとれたり文献により与えられた値である。

各音源のパワーレベルと、そこから放射され受音点に伝搬される騒音レベル(音源別騒音レベル)との関係が求められ、この連立方程式を解くことにより橋上騒音と構造物騒音(全体)のパワーレベルが求められる。

3.2 各部材からの放射音(構造物騒音)パワーの推定

主要各部材から放射される音のパワーを構造物騒音全体のパワーから推定する。部材 k の線路方向単位長さあたりの音響放射面積(ほぼ、部材表面積と同一とみなせる)を $S_k(\text{m}^2/\text{m})$ 、振動速度を $v_k(\text{m/s})$ とすれば、単位長さあたりの

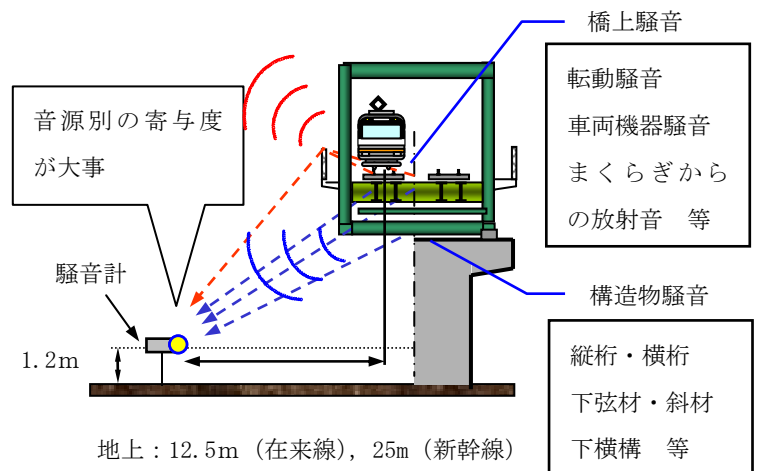


図1 鋼下路トラス橋から発生する騒音

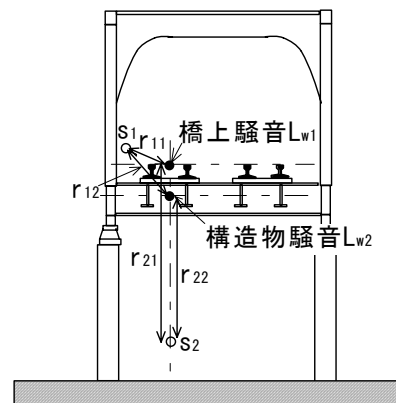


図2 橋上騒音と構造物騒音の分離方法

キーワード 鋼鉄道橋、騒音、構造物音、音源分離

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総研 鋼・複合構造 TEL 042-573-7280

放射音パワー W_k (W/m)は近似的に(2)式で与えられる.

$$W_k = \sigma \rho c v_k^2 S_k \quad (2)$$

ここで, ρ は空気の密度(1.2kg/m^3), c は音速(室温で約 340m/s)である. σ は音響放射効率と称される振動から音への変換効率であり, (2)式で求められる5つの部材の音響パワーの総和が3.1節の手法で求めた構造物騒音(全体)の音響パワーに等しくなるように定める.

まくらぎ放射音のパワーについては, 音響放射効率 σ が構造物騒音の σ と同じ値であると仮定し, まくらぎの音響放射面積と振動速度から(2)式より推定する. この値を前項で求めた橋上騒音パワーから差し引くことにより転動騒音パワーが求められる.

以上の計算により求められた各音源のパワーレベルに対して(1)式に示すような距離減衰量および回折減衰量を考慮することにより, 沿線受音点における音源別騒音レベルが求められる.

4. 実橋における試算例

上記の手法を実際の橋梁に適用した. 対象とした橋梁は開床式の下路トラス橋梁(支間 40m)で, 列車が 110km/h で走行する際に発生した騒音データを基に試算した. はじめに橋上騒音と構造物騒音(全体)について音源パワーを推定し, 次に, 橋上騒音について転動騒音とまくらぎ放射音, 構造物騒音について主要5部材からの放射音の寄与度を算出した. 結果を表1に示す.

表1 音源パワーレベルと音源別騒音レベルの試算例

音源		音源パワーレベル(dB(A))	12.5m 点騒音レベル(dB(A))
橋上騒音	転動騒音	108.6	94.0
	まくらぎ	98.9	84.3
構造物騒音	縦桁	109.6	95.0
	横桁	102.4	87.8
	下弦材	103.0	89.4
	ラテラル	106.9	92.4
	斜材	98.9	84.4
	合計	112.7	98.2
全体音計算値		—	99.7
全体音実測値		—	96.1

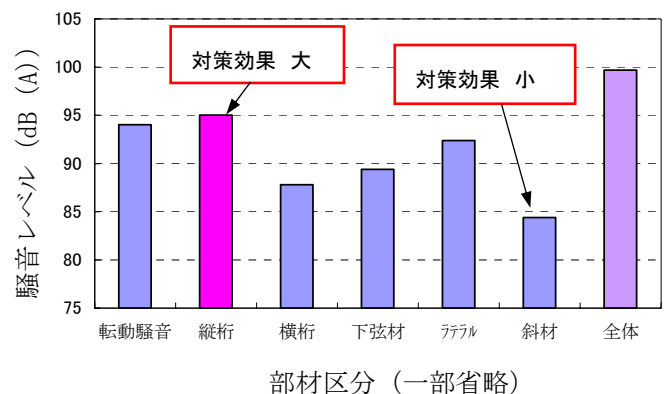


図3 部材ごとの音源別騒音レベル(12.5m)

今回測定した橋梁においては以下のようなことが読み取れる.

- ・構造物騒音で一番大きいのは縦桁である. これより, 本橋梁では縦桁に対する対策が重要と考えられる.
- ・転動騒音は縦桁よりも小さいが, 橋梁全体として騒音低減を行うためには転動音対策も重要である.
- ・トラス斜材の騒音レベルは他と比較すると小さい. これより, 同部材の対策の優先度は低くなる.

上記のような音源分離法を用いることにより, 効果的な対策が可能になると考えられる.

5. まとめ

鋼鉄道橋の騒音の音源分離手法について示した. ここで述べた音源分離手法はこれまで未解明であった鋼橋における転動騒音や部材ごとの構造物騒音の大きさを推定するものであり, 従来, 個別に行われていた騒音対策に対して, より効率的・効果的な騒音低減が期待できる. 今後, 本手法を用いて効果的な騒音対策を講じていくためにさらに検討を進める予定である.

参考文献

- ・半坂, 杉本, 長倉, 間々田: 鋼構造物騒音の部材ごとの寄与度解析および対策材料の検討, 鉄道総研報告, 2007年2月号