

IV-380

都市高速道路高架橋下における低周波空気振動の分析

神戸市役所 正 員 ○中林卓哉
 大阪市立大学 工学部 正 員 西村 昂
 大阪市立大学 工学部 正 員 日野泰雄

1. はじめに

都市部においては、土地の高度利用や高速化への強い欲求から高架の高速道路が多く利用されている。本研究では、高速道路橋下における低周波空気振動(以下、低周波音と呼ぶ)を交通面と高架橋の構造面から分析し、今後の対策の手がかりを得ようとするものである。

2. 調査の概要

都市高速道路の桁の種類(1桁, 80X桁, PC桁, 連続RC桁)とスパン長に着目して、表-1に示す13地点を測定点として抽出した。

表-1 測定場所の概要

桁種類	地点番号(スパン長)
単径間1桁	A*(22.0m), B*(27.5m), C*(27.5m) D*(25.5m), E*(38.0m), F*(46.0m) G*(44.0m), H*(32.0m), I*(40.0m) J(31.0m), K(27.0m)
単径間PC桁	L(25m)
単径間箱桁	M(54m)
連続RC桁	N(10m)

*: 平面道路併設

測定位置は、スパン中央部、橋の外壁から橋軸直角方向外側に5mの位置とし、マイクの高さは地上1.2mとした。また風速条件を1m/s以下、低周波の周波数域をLSPL(1~50Hz)に固定した。

調査は各時間帯において、10分間を単位として測定を行い、10分間連続測定の代表値をデータとして用いた。

3. 交通関連要因(高架・平面道路併設場所)

高架道路には、平面道路が併置されている場合が多いため、ここではこれら両者の交通要因による低周波音への寄与度をみてみた。なお、一般に低周波音は主として、平面道路においては自動車の走行、高架道路については桁の振動にそれぞれ起因するといわれている。

(1) 低周波音と交通要因の単回帰分析

低周波音と各交通要因の単回帰分析の結果を表-2に示すが、これより、大型車交通量の影響度が著しく大きく、また全体として高速道路の影響が卓越していることがわかる。(表中の単位は、交通量: 台/10分、平均速度: Km/時である。)

表-2 低周波音(L50)と交通要因の単回帰結果

交通要因	X係数	Y切片	決定係数(R ²)
高速 普通車交通量	14.9	42.66	0.376(3)
高速 大型車交通量	10.37	64	0.745(1)
一般 普通車交通量	4.13	75.4	0.115(4)
一般 大型車交通量	5.35	79.5	0.406(2)
平均速度(高速)	-0.011	83.98	0.00088(5)

(2) 音源の合成による低周波音分析

高架道路と平面道路とでは、音源がそれぞれ異なるため、ここでは低周波音を式(1)により合成し、実測値と比較してみた(図-1)。但し、L1は大型車交通量による回帰式(K地点)、L2は等価交通量(大型車交通量×12+普通車交通量: 一般幹線道路実測値)による回帰式からそれぞれ推計することとした。

$$L = 10 \log \{ 10^{(L1/10)} + 10^{(L2/10)} \} \dots\dots (1)$$

L1: 高架道路から発生する音圧レベル(L50)

L2: 平面道路から発生する音圧レベル(L50)

L: 測定地点の合成した低周波音レベル(L50)

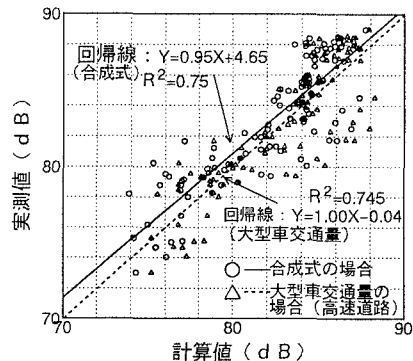


図-1 計算値と実測値との比較

なお図中には、先の単回帰で相関の高かった高速道路の大型車交通量を用いた回帰式による計算値を併せて示した。

この結果を見る限り、予測の精度は合成式、回帰式のいずれも高いと言える。回帰線で判断すると、大型車交通量のみでも良いと言える。

4. 橋梁構造関連要因

低周波音の周波数構成成分を見ると、大きくわけて桁の振動によるものとジョイント部分での衝撃によるものの2つが認められるが、ここでは桁の振動の最も代表的な桁の固有1次振動と低周波音との関係についてみてみた。

(1) 固有1次振動数と低周波音の卓越周波数との関係

桁の固有1次振動数とスパン長の代表的な関係式[式(2)]¹⁾を用いて、低周波音の卓越周波数を表してみると式(3)、図-2のようであり、これより低周波音のピークの周波数（卓越周波数）とスパン長（対数表示）との間には、強い線形関係が認められ、またその傾向は桁の固有1次振動数の場合とよく似ていることから、低周波音と桁の固有1次振動との間にも密接な関連性が推測される。

$$f = \alpha + \beta \log(L) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$f = 17.0 - 9.0 \log(L) \quad [R=0.95] \quad \dots\dots\dots (3)$$

f: 低周波音の卓越周波数 (Hz), L: スパン長 (m)

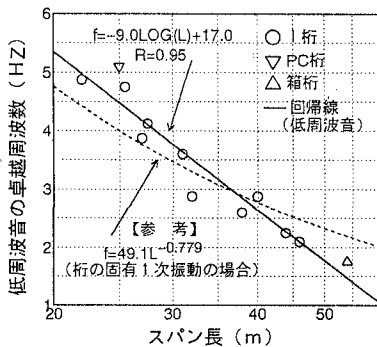


図-2 スパン長と低周波音の卓越周波数との関係

(2) スパン長と低周波音ピーク値との関係

スパン長と固有1次振動数に対応する低周波音のピークレベルとの関係みると、図-3のようであり、これより、箱桁を除いて、この両者の関係には正の相関が認められる。但し、交通要因による影響を防ぐため、ここでは10分間大型車交通量100台前後のデータに限って分析した。

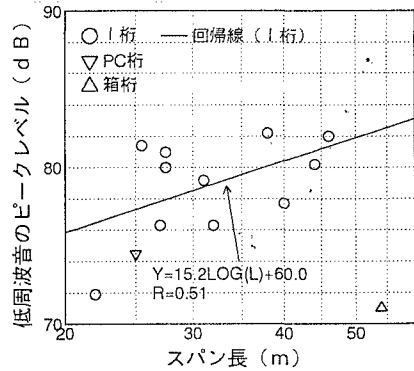


図-3 低周波音のピークレベルとスパン長との関係

5. まとめと今後の課題

本分析より得られた主な結果を以下に示す。

- ①平面道路が併設された高架道路における低周波音には、高速道路の大型車交通量が最も大きく影響しており、回帰結果からこれのみでかなりの説明力のあることがわかった。また、高架部と平面部それぞれを音源とする音圧合成式にも十分説明力のあることがわかった。
- ②スパン長と低周波音ピークレベルの周波数との間にはほぼ線形の関係があり、またこの傾向はスパン長と桁の固有1次振動数との関係に酷似していることから、桁の固有1次振動数が低周波音の原因となっていると考えられる。
- ③固有1次振動に対応する低周波音の発生は、桁の剛性を高くすることによって、低く抑えられる。一方、I桁の場合には、スパンが長くなるほど低周波音レベルが大きくなる。

以上、高架橋下での低周波音に及ぼす交通要因及び橋梁構造要因の影響の傾向とその程度を分析したが、その傾向をより明確にし、効果的な対応策を検討するためには、今後より詳細なデータの収集と分析が必要となろう。最後に、データの提供等の面でご協力して頂いた関係各位に記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 橋梁振動研究会：橋梁振動の計測と解析，技報堂出版，1993
- 2) 中林卓哉，西村 昂，日野泰雄：道路高架橋下における低周波空気振動の特性分析，土木学会第48回年次学術講演会概要集，pp. 632～633，1993