

橋梁周辺の低周波空気振動

山根 一 祐 宮田 年彦 稲村 正博
 畦崎 俊敬

はじめに

近年、低周波空気振動による公害が問題となり、各機関で調査研究が進められている。

今回著者らは、自動車通行量の多い橋梁周辺の低周波空気振動について調査し、若干の知見を得たので報告する。

測定日時・場所

- 1 測定日時 昭和57年 9月 8日
午前10時～11時
- 2 測定場所 千代大橋 橋梁下・横
(図1の(ア)(イ)の位置)

測定方法

調査に使用した測定機器と使用条件を表1に示す。低周波空気振動は低周波マイクと公害用振動計を、騒音は騒音計を使用し、前者はFM方式、後者はDR方式により現地で10分間同時収録して持ち帰った。これを繰り返し再生して1/3オクターブ分析器にかけ、2～100Hz(低周波空気振動)50Hz～6.3KHz(騒音)の1/3オクターブバンドレベルを、レベルレコーダーで記録した。さらに、バンドごとに、レベルチャート上、 $8\frac{1}{3}$ 秒ごとのレベルを50個読みとり、そのバンドの L_5 、 L_{50} 、

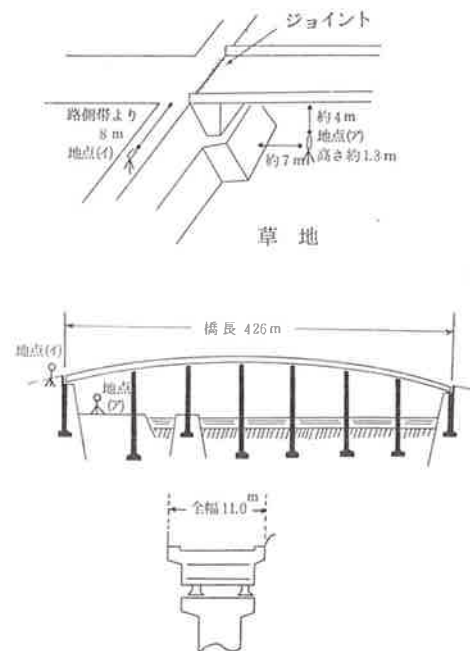


図1 測定地点見取り図と千代大橋略図

L_{95} 、 Leq の4値を求めた。なお Leq はサンプリング法により算出した¹⁾。

また、これらの計算値からスペクトルチャートを作成した。但し、2～50Hzについては低周波マイクの値を、63Hz～6.3KHzについては騒音計の値を用いた。

表1 測定機器と使用条件

測定機器	型式	使用条件
低周波マイク	RION MV-03	VAL特性 C特性 Tape speed: 3.8cm/sec pen speed: slow chart speed: 0.3mm/sec
公害用振動計	RION VM-14B	
騒音計	RION NA-07A	
データレコーダー	SONY DFR-3515	
1/3オクターブ分析器	RION SA-57	
レベルレコーダー	RION LR-04	

測定結果と考察

(1) 自動車車種別の橋梁通過台数と割合

測定機器の都合で、橋梁下と横で同時測定が出来なかったが、各測定時における自動車の通過台

数を調査し両者の比較の参考とした(表2)。通過台数と構成にはやや差があるが、自動車台数に騒音のエネルギーが比例するとすれば、両者のレベル差は約1dBであるのでレベル上では両者の差はないとして考察を進める。

表2 自動車車種別通過台数

車種	橋梁下測定時		橋梁横測定時	
	通過台数	割合	通過台数	割合
乗用車類	75(台/10分)	78.9%	106(台/10分)	88.3%
小型貨物車類	15	15.8	11	9.2
大型車類	5	5.3	3	2.5
合計	95	100	120	100

(2) All-Pass

橋梁下、橋梁横における騒音と低周波空気振動の時間的変化を図2のa、a'、b、b'に、代表値を表3に示した。

橋梁下においては、(低周波All-Passレベル) ≧ (騒音All-Passレベル) であり、その差は Leq で13.8dB、L50 で10dBである。また L95 と L5 の差は、低周波では16dB、騒音では9dBであり、

橋梁下においては低周波が主でレベル変動も大きいことが認められた。

橋梁横においては、Leq と L50 では(低周波All-Passレベル) ≧ (騒音All-Passレベル) であるが、L5 と L95 の差をみると低周波では10dB、騒音では14dBであり、騒音の方が若干レベル変動が大きいことがわかる。

橋梁下と橋梁横を比較すると、低周波について

は橋梁下は橋梁横よりも、 L_{50} で 2 dB、 L_{eq} では 5.6dB高い。騒音については、橋梁下は橋梁横よりも、 L_{50} で 8 dB、 L_{eq} で 8.6dB低い。またレベル変動は、橋梁下が橋梁横に比して低周波空気振動では大きく、騒音では小さいことが認められた。

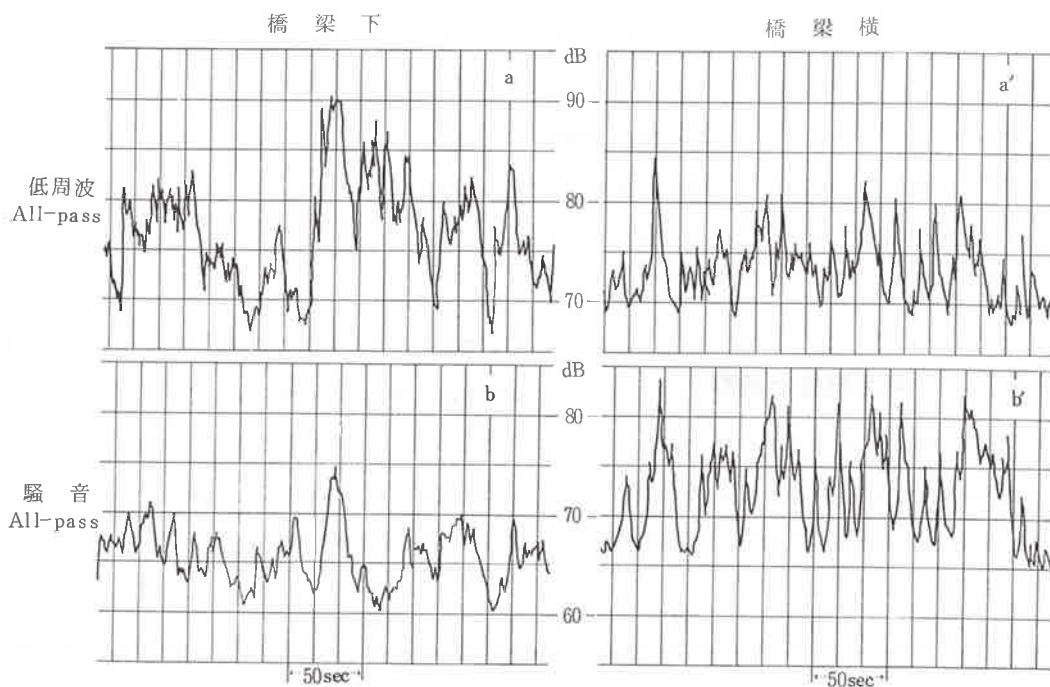


図2 All-Pass レベルの時間変化 (横軸 50sec/3目盛)

表3 All Pass レベル (単位 dB)

測 定 位 置	音 種	L_{50} (L_5, L_{95})	L_{eq}
橋 梁 下	低 周 波	76 (69、 85)	80.4
	騒 音	66 (62、 71)	66.6
橋 梁 横	低 周 波	74 (69、 79)	74.8
	騒 音	74 (66、 80)	75.2

(3) スペクトルの型

橋梁下における騒音スペクトルは、図3に見られるように10 Hzにピークを持ち全体としては周波数が高くなるにつれてレベルが下がる型をしている。

これに対して、橋梁横における騒音スペクトルは、図4に見られるように、31.5 Hzと63 Hzにピークがあり、300 Hz～4 KHzに1 KHzを中心とするなだらかな山を持った低域～中域騒音の高い型をしている。

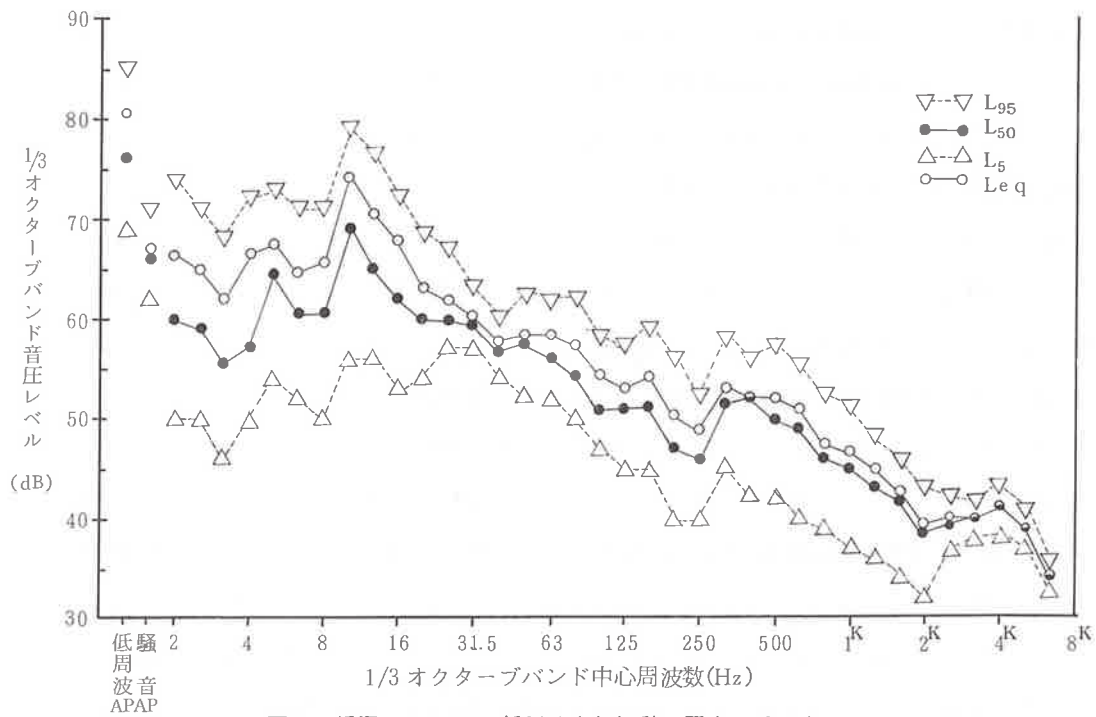


図3 橋梁下における低周波空気振動～騒音スペクトル

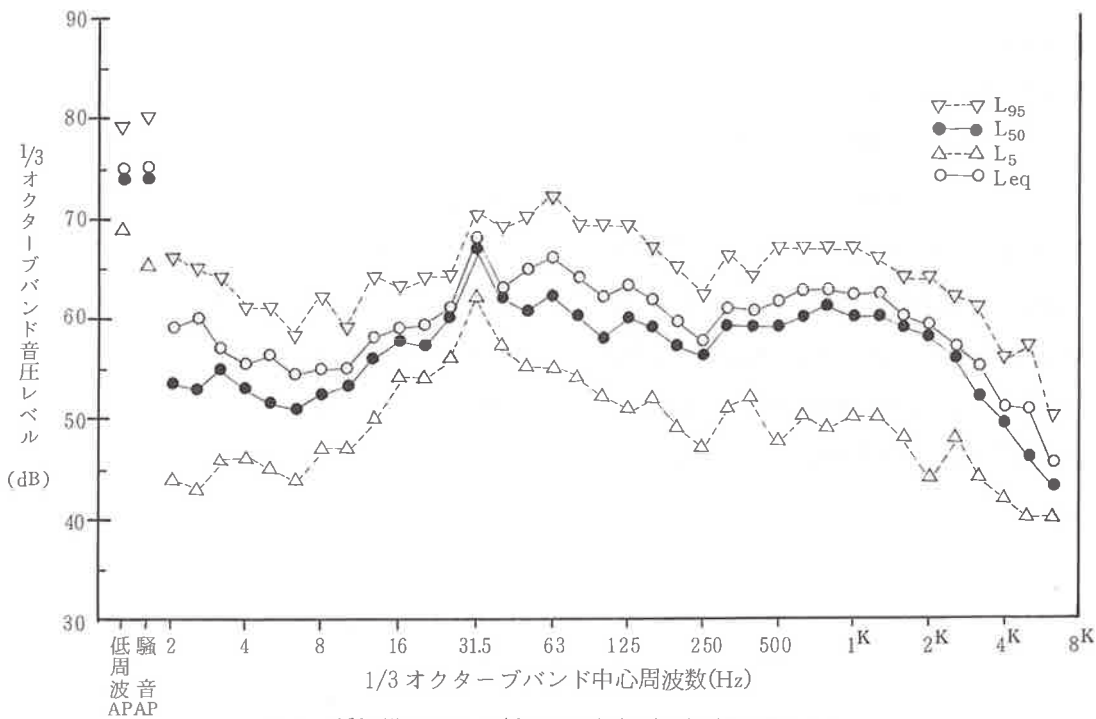


図4 橋梁横における低周波空気振動～騒音スペクトル

自動車は橋梁支間中を通過する際、橋面の不規則な凹凸により、車体が自らの固有振動数で振動し、これにより橋が加振され空気振動が発生する。一般に、自動車のばね上及びばね下固有振動数 (f_{n1} , f_{n2}) は、乗用車が $f_{n1} = 0.8 \sim 2\text{Hz}$ 、 $f_{n2} = 10 \sim 18\text{Hz}$ 、またトラック、バスが $f_{n1} = 1.5 \sim 4\text{Hz}$ 、 $f_{n2} = 10 \sim 20\text{Hz}$ 程度であり、橋梁の振動数は加振力の周波数に近いものになるといわれている^{2), 3)}。従って、橋梁下における 10Hz をピークとする $2 \sim 25\text{Hz}$ の高いレベルは、自動車の橋梁支間中走行による橋梁振動に由来するものと推測される。橋梁横において橋梁下よりこれらのバンドのレベルが低かったのは、橋梁振動が鉛直方向であるため空気振動も鉛直方向の指向性が強いと、距離による減衰によるものと考えられる。

また橋梁ジョイント部の段差・遊隙などを自動車が通過する際の衝撃により、橋梁が加振されて空気振動が発生する。足立氏によると、この際の橋梁床版振動は 31.5Hz にピークをもつといわれている⁴⁾。今回、橋梁横において 31.5Hz のレベルが高かったのは、自動車のジョイント通過による橋梁の振動に由来すると考えられる。橋梁下においては、 31.5Hz はレベルが低いものの、 L_5 では最高のレベルとなっており、 L_{95} と L_5 の差も小さいことを考慮すると、他の振動に埋もれてはいるが持続性の高い波として存在していることがうかがえる。

更に、 $50\text{Hz} \sim 4\text{kHz}$ の空気振動は、橋梁由来の周波数帯域より高いので⁵⁾ 橋梁とは無関係な路面とタイヤ、自動車エンジンあるいは車両本体からのもので、いわゆる自動車走行音と考えられる。従って、自動車走行音のレベルが、橋梁下においては橋梁によるしゃへいがあるため、橋梁横より低く測定されたのは当然であった。

(4) 各バンドにおけるレベル変動

橋梁下および橋梁横ともに、 31.5Hz におけるレベル変動が少ない (図 5 c, c')。これは、橋梁ジョイント部分の段差・遊隙などを自動車が通過する際に発生する橋梁の振動はこの周波数に対する橋梁のインピーダンスが低く、次の加振までの振動の減衰が少ないためと考えられる。

25Hz 以下の周波数のバンドでは、図 5 a, a', b, b' に見られるように、橋梁下の方が橋梁横よりもレベル変動が大きい。橋梁支間中の振動であるため、上下方向に強く伝搬し、橋梁横より橋梁下の方が変動をそのまま受け易いためである。

50Hz 以上の周波数のバンドでは、レベル変動は橋梁横の方が橋梁下よりも大きい (図 5 d, d')。これらのバンドでは、走行する自動車本体から出る音波がほとんどを占めると考えられるので、直接伝搬してくる横の方が、橋梁にしゃへいされて変動が整流された橋梁下よりも変動が大きいと考えられる。

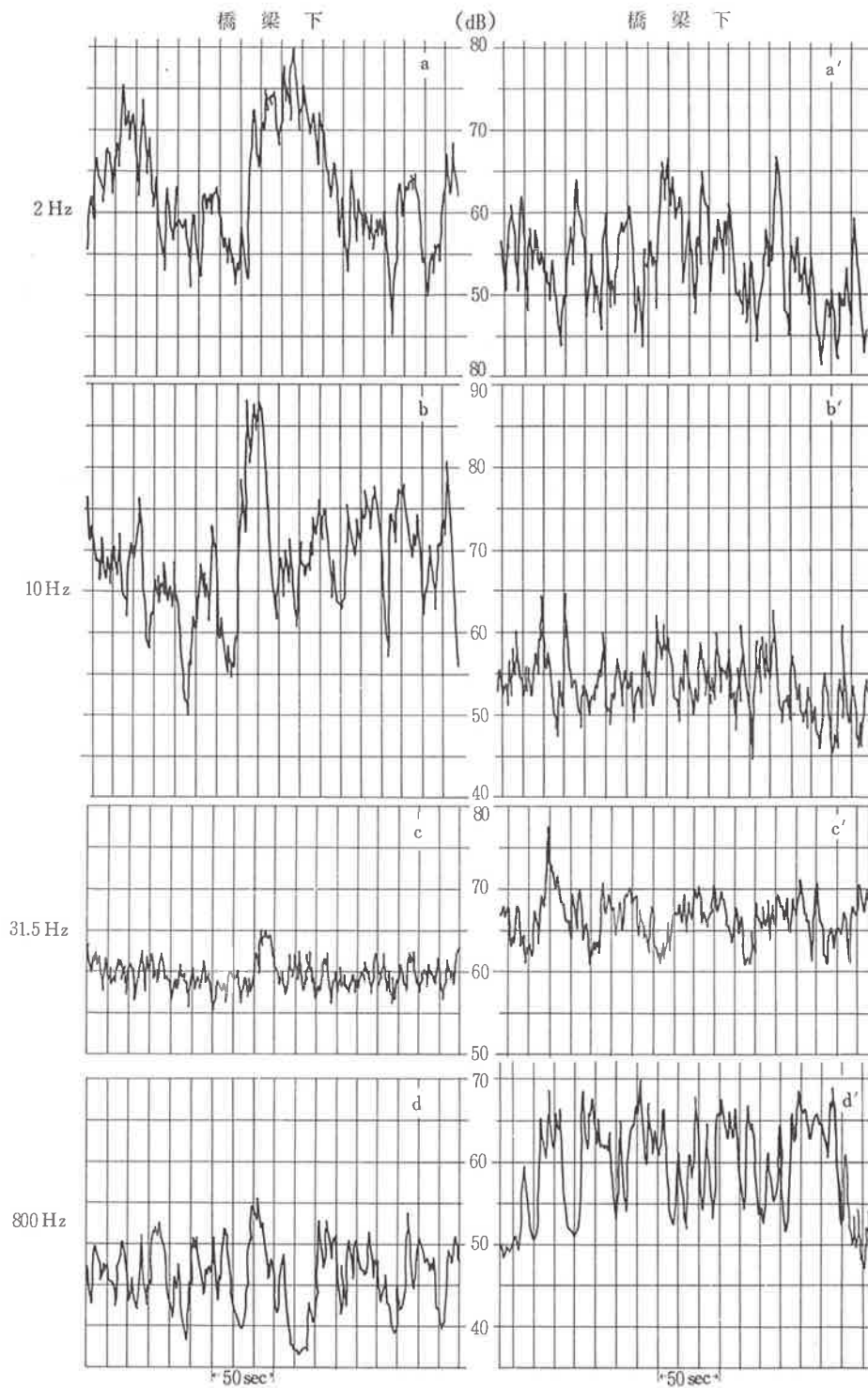


図5 1/3 オクターブバンド (2Hz、10Hz、31.5Hz、800Hz) における
レベル時間的变化 (横軸 50^{sec}/3 目盛)

お わ り に

橋梁下、橋梁横の低周波空気振動及び騒音について、1/3オクターブ分析スペクトルと各バンドのレベル変動から次のことが考えられる。

橋梁下においては、自動車の支間中走行による橋梁振動に由来すると考えられる10Hzにピークを有する2～16Hzの低周波空気振動が主成分である。

橋梁横においては、橋梁ジョイントを自動車が通過する際の橋梁振動に由来すると考えられる31.5Hzの低周波空気振動と自動車の走行に伴うと考えられる50Hz～4KHzの騒音が主成分である。

参 考 文 献

- 1) 橋 秀樹：等価騒音レベル(L_{eq})の測定，環境と測定技術 8(3)，38～44，1981.
- 2) 中野有朋：入門超低周波音工学，技術書院，1981.
- 3) 環境庁大気保全局特殊公害課編：振動規制マニュアル(道路交通振動編)，51～53.
- 4) 足立義雄：橋梁と低周波空気振動，騒音制御 4(4)，28～32，1980.
- 5) 斎木三郎，毛戸秀幸：高速道路における低周波音の実態とその対策，公害と対策 14(2)，148～154，1978.