

### 3. 騒音データの収集

騒音データの収集は、62年度に行なった鋼橋2橋の測定に引き続いて、本年度はPC橋の騒音測定を実施した。その結果、一応、同一の測定方法による鋼橋とPC橋の比較データを得ることができた。もちろん、各橋梁の騒音は鋼とPC以外の個別の要因に支配されるところが大きく、わずか3橋の測定例で一般的な結論を見出すことはできないが、ともかくも所轄の官公庁以外で橋梁の騒音データを蓄積する端緒を開けたことは意義あることと考えている。今後は騒音データの収集を継続するとともにその活用方法を検討していく必要があるが、その実施についてはいくつか困難な点も含まれるため、これらに関する提言も含めて次年度の課題としたい。なお、本年度の作業には、特別研究費の拠出をいただいて測定費用の一部に充てたことを記すとともに、関係各位へ謝意を表す。

以下に、63年度の騒音データ収集グループの報告を掲載する。

## 1. 目的

橋梁から発生する騒音は、交通騒音の中でもその騒音レベルが高く、また、人間の耳には聞こえないが人体に大きな影響を及ぼす『低周波騒音』の問題も含んでおり、公害問題として重要な問題の一つである。そのため、鋼鉄道橋を中心とする橋梁から発生する騒音については、数多くの研究が実施されており、騒音の発生機構などもかなり明らかにされている。しかし、橋梁の種類には材料、支間長、形状など様々なものがあり、どのような橋梁からどのような種類の音が発生しているかは、必ずしも明確にされていない。例えば、鋼橋とコンクリート橋では、その発生音に相違はあるのか、あるとすればその差はどれほどなのかといった定量的な結論は下されていない。この原因の一つとして、橋梁騒音の測定法、特に低周波音の測定法が統一されていないため、異なる測定法による騒音データを比較できないことがあげられる。このような観点から、本報告では、橋梁から発生する騒音の測定法を統一して、これに則った測定法によりデータを収録し、橋梁発生音を相互に定量的に比較できるようにすることを目的にした。これが実施されれば、顕著な騒音発生源と発生原因を考究することが可能となり、騒音制御、振動抑制の研究に貢献できるものと思われる。

また、騒音の分析・評価方法が統一されていないため、それらによって騒音レベルや周波数特性がどのように変化するかを定量的に把握できていないのが現状である。そこで、本報告では、騒音を『変動騒音』と『間欠的な騒音』の2つの視点から捉え、その評価方法による相違についても考察することにした。

その際、道路橋騒音としては、橋梁の種類によるのではなく、通過車両の種類や交通量によって大きな影響を受けると考えられる道路橋より十数m離れた地点の騒音を対象とせず、橋梁の極めて近傍の騒音を対象とした。

## 2. 橋梁騒音の測定・分析・評価

### (1) 騒音・振動に関する J I S 規格

騒音・振動に関する J I S 規格としては、

- ① JIS C 1502[-1977] 『普通騒音計』
- ② JIS C 1503[-1969] 『簡易騒音計』
- ③ JIS C 1505[-1977] 『精密騒音計』
- ④ JIS C 1510[-1976] 『振動レベル計』
- ⑤ JIS C 1512[-1983] 『騒音レベル、振動レベル記録用レベルレコーダ』
- ⑥ JIS C 1513[-1983] 『オクターブ及び 1/3オクターブバンド分析器』
- ⑦ JIS Z 8731[-1983] 『騒音レベル測定方法』
- ⑧ JIS Z 8735[-1981] 『振動レベル測定方法』

のようなものがある。

### (2) 騒音の種類

JIS Z 8731[-1983] 『騒音レベル測定方法』同解説では、騒音を時間的特性によって、

- ①定常騒音…観測点において、ほぼ一定レベルの騒音が連続しており、騒音計の指示値に変動がないか、又は多少変動していても変動がわずかである騒音。
- ②変動騒音…観測点において、騒音レベルが不規則かつ連続的に、かなりの範囲にわたって変動する騒音。例えば、ある程度の自動車交通量を有する道路の近くで観測される

騒音は、ほとんどの場合変動騒音である。

③間欠騒音…ある時間間隔をおいて間欠的に発生する騒音のうち、発生ごとの継続時間が数秒以上の騒音。一つの事象から次の事象までの時間間隔は、ほぼ一定な場合もあれば、列車や航空機の通過のように不規則な場合もある。

④衝撃騒音…一つの事象の継続時間が極めて短い騒音。ISO 2204では、一つの事象の継続時間が1秒以下の騒音を衝撃騒音としているが、明確な根拠はない。

の4つに大別されている。

本報告のように自動車の通過に伴って橋梁から発生する騒音を対象とする場合、道路騒音として『変動騒音』と捉えることと、自動車が通過しないときには騒音を発生しないので『間欠騒音』と捉えることができる。

### (3) 変動騒音の測定方法

JIS Z 8731[-1983]『騒音レベル測定方法』では、「変動騒音の場合は、次のいずれかの方法によって等価騒音レベル又は時間率騒音レベルを求める。」と規定されている。

#### a) 等価騒音レベル $L_{eq}$

等価騒音レベルは、実測時間内で、時間と共に変化するA特性騒音レベルと等しい平均二乗音圧を与える連続定常音の騒音レベルのことであり、次のように定義される。

$$L_{eq} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_a(t)^2}{P_0^2} dt \right] \quad \dots\dots (1)$$

または、

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_a(t)}{10}} dt \right] \quad \dots\dots (1')$$

ここに、

$P_a(t)$  : A特性による音圧の実効値

$P_0$  : 基準音圧(20  $\mu$ Pa)

$t$  : 時刻 $t_1$ に始まり時刻 $t_2$ に終わる実測時間

$L_a(t)$  : A特性による騒音レベル

である。

このように定義される等価騒音レベルの求め方としては次のような方法がある。

#### ①A特性音圧の二乗積分による方法

二乗積分平均化機能を備えた積分平均型騒音計などの測定器を使用して、式(1)に従って実測時間に渡ってA特性音圧を二乗積分し、実測時間で平均して求める。

#### ②騒音レベルのサンプリングによる方法

騒音計などを用いて、実測時間全体にわたって、図-1に示すように一定時間間隔 $\Delta t$ ごとに騒音レベルを測定し、その結果から式(1')に従って次のような式を用いて等価騒音レベルを求める。

$$L_{eq} = 10 \log \left[ \frac{1}{n} \left( 10^{\frac{L_{a1}}{10}} + 10^{\frac{L_{a2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{a(n-1)}}{10}} + 10^{\frac{L_{an}}{10}} \right) \right] \quad \dots\dots (2)$$

ここに、

$L_{a1}, L_{a2}, \dots, L_{an}$  : A特性による騒音レベル

$n$  : 測定値の総数

である。なお、サンプリングの時間間隔 $\Delta t$ は、騒音レベルの変動の程度に応じて選定されるが、騒音計の速い動特性 (FAST) を用いる場合には0.25秒以下、遅い動特性 (SLOW) を用いる場合には2秒以下とすることが望ましい。ただし、騒音レベルの変動が緩やかで、実測時間が数分以上に及ぶ場合には、 $\Delta t$ を5秒程度まで広げてもよい。

## b) 時間率騒音レベル $L_x$

ある実測時間内の変動騒音に着目したとき、騒音レベルがあるレベルを越えている時間の合計が実測時間( $t_2 - t_1$ )の  $x$  %に相当するとき、そのレベルを  $x$  %時間率騒音レベルという。

実際に時間率騒音レベルを求めるには、図-1に示すように、騒音計の速い動特性を用いて測定した騒音レベルを実測時間全体に渡って、一定時間間隔 $\Delta t$ ごとに騒音レベル $L_{a_1}, L_{a_2}, \dots, L_{a_n}$ をサンプリングし、その結果を処理して所定の%時間率騒音レベルを求める。その方法としては、騒音レベルのサンプル値から図-2に示すような累積度数分布を求め、所定の時間率騒音レベルを読み取る方法が一般的である。但し、騒音レベルのサンプル値で累積度数分布を用いた場合、 $x$  %時間率騒音レベルは、累積百分率(100-x) %に対応する騒音レベルで表わされる。

なお、50%時間率騒音レベル $L_{50}$ は中央値を、5%時間率騒音レベル $L_{05}$ は90%レンジの上端値を、95%時間率騒音レベル $L_{95}$ は90%レンジの下端値を示している。

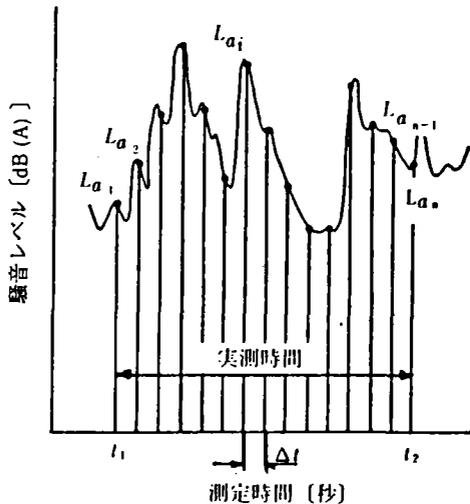


図-1 騒音レベルのサンプリング

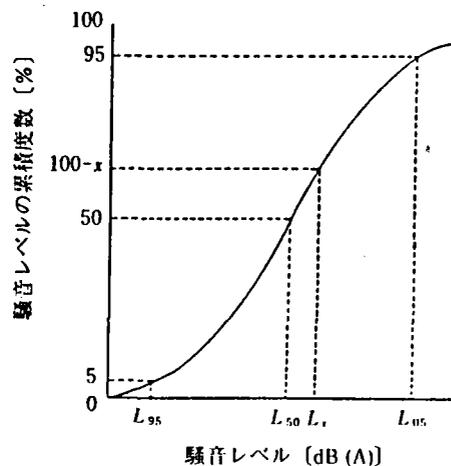


図-2 騒音レベルの累積度数分布と時間率騒音レベル

## (4) 間欠騒音の測定方法

JIS Z 8731[-1983]『騒音レベル測定方法』では、「間欠騒音については、特定の間欠騒音を対象とするときと、間欠騒音を含む環境騒音を対象とするときがあり、それぞれ次の方法による。」とされ、

### 1) 特定の間欠騒音

#### a) 騒音レベルの最大値を読み取る方法

騒音の発生ごとに、騒音計の指示値の最大値を読み取る。この場合、特に定めがある場合を除き騒音計の速い動特性(FAST)を用いる。最大値がほぼ一定の場合には、数回の平均値で表示する。発生ごとに最大値がかなりの範囲にわたって変化する場合には、多数回の測定を行い、測定結果のエネルギー平均値(パワー平均値ともいう。)、累積度数分布の90パーセントレンジの上端値などを求めて代表値とする。測定結果には、必ず使用した騒音計の動特性を付記する。

また、必要ある場合には、発生頻度、1回の発生ごとのおおよその継続時間なども記録しておく。

#### b) 単発騒音暴露レベルから等価騒音レベルを求める方法

発生ごとの単発騒音暴露レベルを求め、その結果から観測時間Tの間の等価騒音レベルを求める。

### 2) 間欠騒音を含む環境騒音

間欠騒音を含む環境騒音については、特に定めがある場合を除き、等価騒音レベルを求める。

と規定されている。

### (5) 騒音の周波数分析

騒音は周波数によって聴覚に対する作用や伝達性状などが異なるため、騒音に含まれる各周波数の成分を選別して、それぞれの強さを個々に測定する周波数分析は騒音の測定法の中でも重要なものであって、騒音の影響の評価や騒音防止設計の細部の決定などに欠くことができない。

騒音の周波数分析には、現在主として、帯域フィルター（バンドパスフィルター）が用いられる。帯域フィルターの通過帯域は通常1オクターブまたは1/3オクターブで、その規格は表-1に示すとおりである。通過した周波数成分の強さはバンドレベルで示し、その結果は横軸に周波数、縦軸にバンドレベルをとって表示される。

### (6) 騒音計の動特性

温度計などと違って、騒音計は数ミリ秒から数秒で絶えず変動する現象を対象にした測定器である。しかし、騒音計の指示計の指針は、機械的な構造を有しているため、指針の機械的な慣性などを考慮する必要があり、継続時間が短い衝撃音などに対して十分に追従できない。この指示計の機械的な慣性などを考慮した動きのことを「動特性」と呼ぶ。変動を伴う同一の現象を2台の騒音計で測定する場合、指示計の動特性が完全に一致していないと、両者の測定値に開きが生じる。

そこで、騒音計の指示計の「動特性」については、JIS規格で“速い動特性（FAST）”と“緩い動特性（SLOW）”の2種が決められており、FASTは聴感に比較的近く、SLOWは変動する騒音の平均的な値を読み易くするためのものである。

JIS C 1502の普通騒音計の規格によると、FASTは、周波数1,000Hz、継続時間0.2sの正弦波入力による最大指示値が、その正弦波入力と周波数及び振幅の等しい定常状態の正弦波入力による指示値に対して $-1(+0.5, -1)$ dBの範囲内であること、同様に、SLOWは、継続時間0.5sの正弦波入力による最大指示値が、定常状態の指示値に対して $-4 \pm 2$ dBの範囲内であることが決められている。また、FAST、SLOWのいずれについても周波数100Hz～8kHzの任意の周波数で振幅が一定な正弦波入力を急に加えたときの最大指示値は、定常状態の指示値に対して+1.0dB以下とするよう規定されている。

この規格を概念的に説明したものを図-3に示す。この図は、騒音の継続時間によって指示計の示す騒音レベルが、時間的にどのように変化するかをFAST（実線）とSLOW（一点鎖線）で示している。また、その騒音レベルの最大指示値が、理論的な騒音レベルと相違している様子を示している。

このような動特性は、騒音レベルのサンプリングにより等価・時間率騒音レベルを算定する際にも影響してくる。そのため、これらを求めるときには、動特性に関して次のような規定がある。

等価騒音レベルのサンプリング時間間隔は、FASTを用いる場合には0.25秒以下、SLOWを用いる場合には2秒以下にすることが望ましい。ただし、騒音レベルの変動が緩やかで、実測時間が数分以上に及ぶ場合には5秒程度まで広げてもよい。なお、動特性としてはSLOWを用いた方がよい。

時間率騒音レベルや累積度数曲線を求める場合にはFASTを用いる。

表-1 帯域フィルターの中心周波数と通過帯域<sup>2)</sup>

周波数 (Hz)					
オクターブ			1/3オクターブ		
下限	中心	上限	下限	中心	上限
22.4	31.5	45	28	31.5	35.5
			35.5	40	45
			45	50	56
45	63	90	56	63	71
			71	80	90
			90	100	112
90	125	180	112	125	140
			140	160	180
			180	200	224
180	250	355	224	250	280
			280	315	355
			355	400	450
355	500	710	450	500	560
			560	630	710
			710	800	900
710	1000	1400	900	1000	1120
			1120	1250	1400

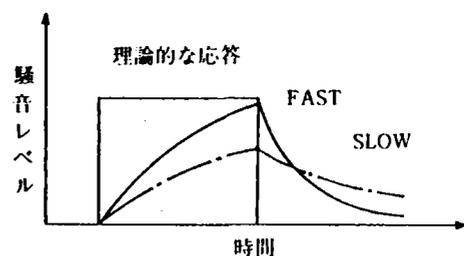


図-3 騒音計の動特性の概念図

### 3. 実橋を対象とする測定と分析

#### (1) 測定対象橋梁の概要

	鋼橋 A	鋼橋 B	P C 橋 C
架設場所	栃木県足利市	栃木県足利市	新潟県長岡市
形式	I形プレートガタ合成桁橋	U形鋼箱桁合成橋	P C 桁橋
スパン長	19.5 m	49.5 m	23.8 m
全幅員	6.8m(歩道なし)	11.3m(両側歩道)	12.95m(東京方面上り線)
道路幅員	6.0m(片側1車線)	6.5m(片側1車線)	10.75m(2車線)
15分間交通量	134 台(68,66)	251 台(108,120)	149 台
大型車	17 台( 8, 9)	26 台( 9, 17)	36 台
普通車	109 台(59,50)	193 台( 92,101)	106 台
その他	8 台( 1, 7)	9 台( 7, 2)	- 台
不明・同時	- 台	23 台	7 台
参照図	図-4	図-5	図-6

※交通量の括弧内は、(足利→太田, 太田→足利) という方向別の交通量を示す。

#### (2) 測定内容

橋梁床版から発生する音に的を絞って、床版直下と橋梁側面における音を収録する。また、床版より発生する音とジョイント部から発生する音を区別するため、支承部での音を収録する。なお、地上部における測定は条件が橋梁毎に著しく異なるので実施しない。

また、橋梁の振動(曲げ振動のモード・固有振動数)と騒音の関係を知るため、加速度計を橋梁のスパン中央で橋梁断面中央に設置する。なお、加速度計が前記の場所に設置することが困難な場合は、橋梁のねじれ振動の影響などを考慮しながら、高欄などに設置する。

#### (3) 測定方法の概要(図-4,5,6参照)

測定は、橋梁各部から発生する騒音と加速度を同時測定することを原則とし、低周波音圧計2台をスパン中央断面の橋梁下面1mとその横、普通騒音計2台をそれぞれの橋台上に設置し、加速度計をスパン中央に1台設置した。低周波音圧計と普通騒音計の周波数特性としては、A特性を使用せず、橋梁からの音をそのまま測定するためフラットな特性とした。また、車両通過時刻と騒音・振動の対応を明かにするために、光電スイッチを車道両端に設置し、これらを同時にデータレコーダに15分間測定し記録した。その際、発振器により約1Hzの矩形波も記録し、同じ時間間隔で騒音レベルが読み取れるようにした。さらに、橋上を通過する車両を進行方向別に大型・普通・二輪の3車種に分類して、ポータブルコンピュータで記録した。

なお、P C 橋 C では、加速度計を橋台（水平・鉛直）、桁支承部、1/4スパン点、1/2スパン点の5箇所に設置し、橋上を通過する車両は側方よりビデオカメラで撮影し録画した。

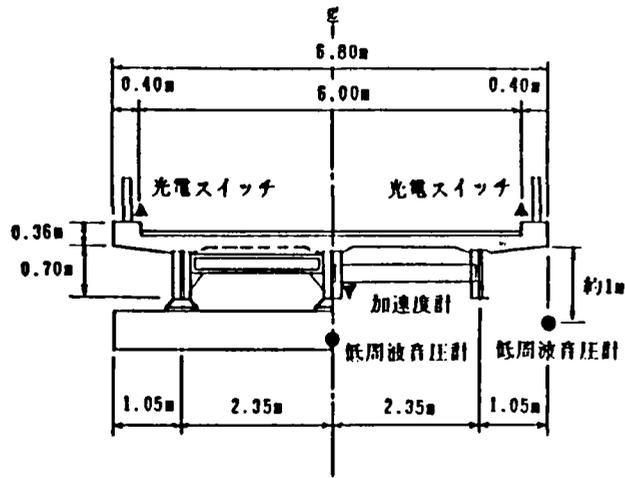


図-4 鋼橋 A の断面と測点

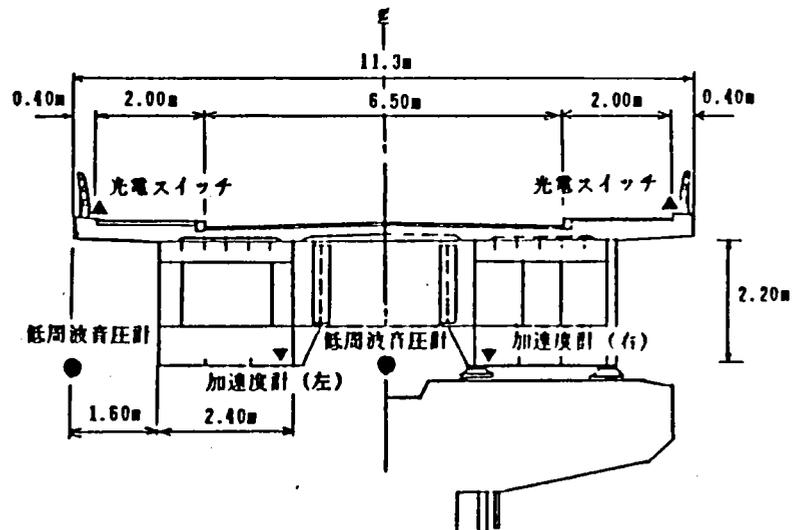
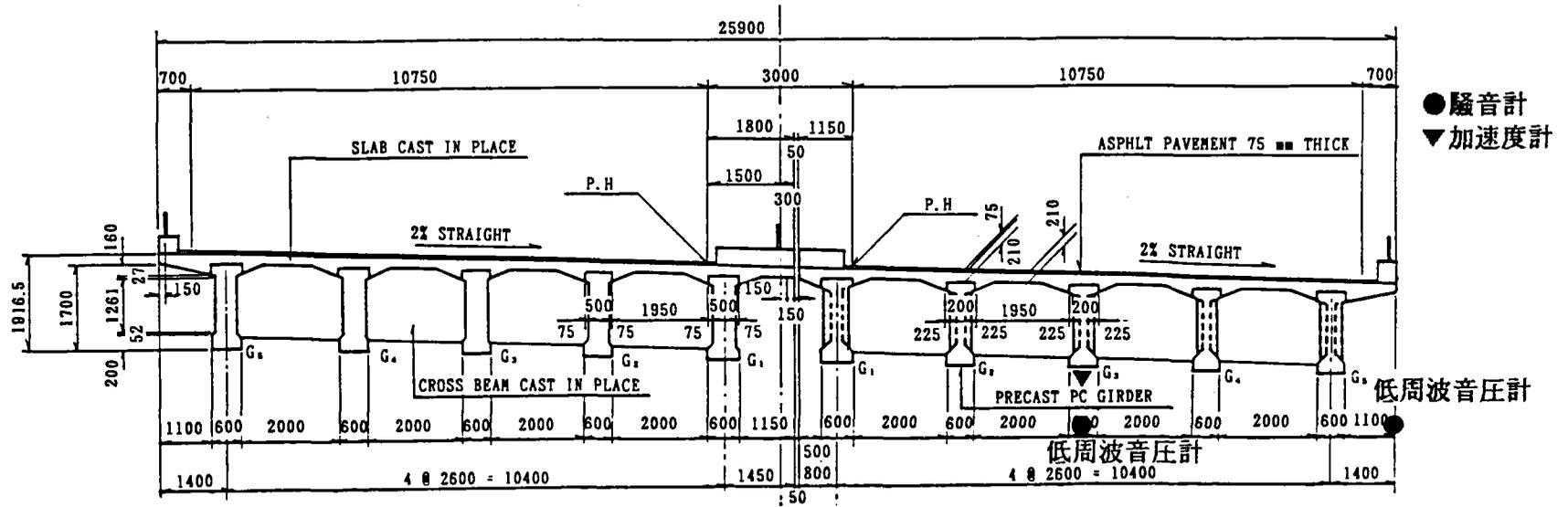
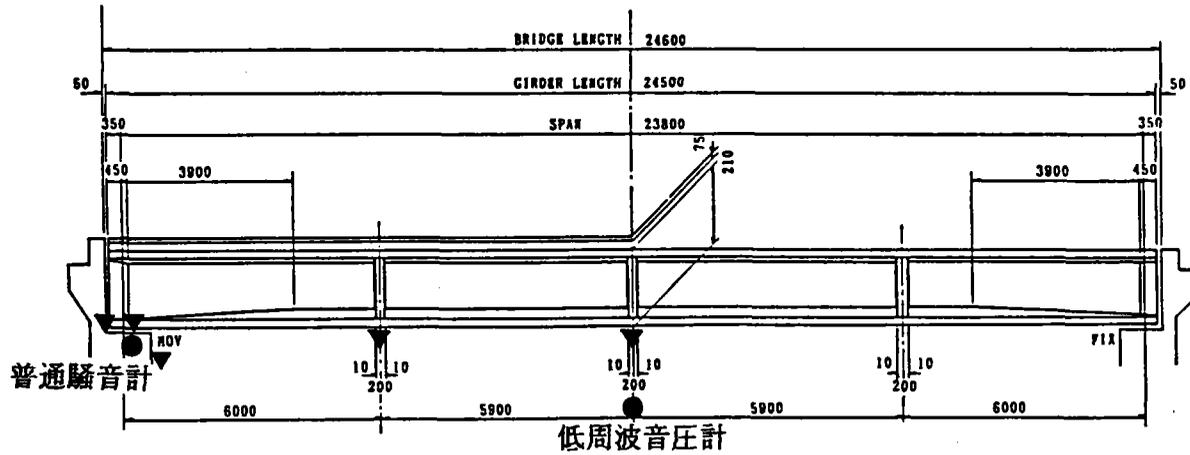


図-5 鋼橋 B の断面と測点

CROSS SECTION SCALE 1:100



SIDE ELEVATION SCALE 1:100



GIRDER SECTION SCALE 1:20

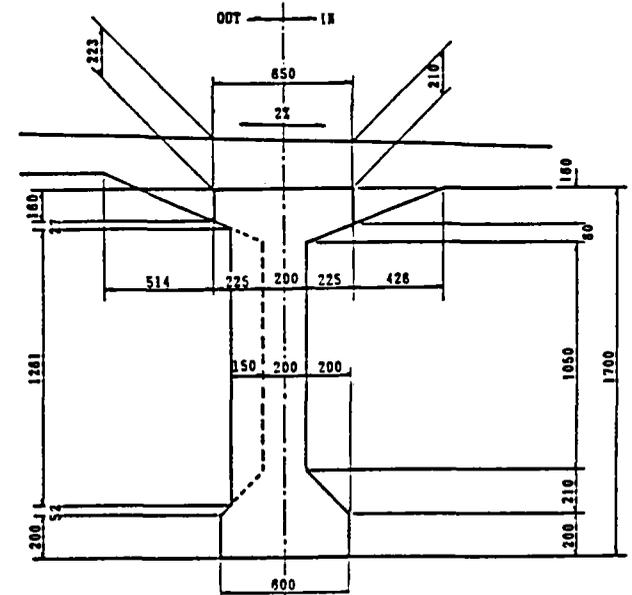


図-6 PC橋Cの断面の概要と測点

#### (4) 分析方法の概要

鋼橋 A・鋼橋 Bの騒音のデータは、1/3オクターブ分析器を介して、図-7(左)に示すように1Hz発振器または光電スイッチによるデータと共に高速度グラフィックレコーダに速い動特性(FAST)で出力し、約1秒毎または車両通過時刻毎にその騒音レベルを目視により読み取った。これらのデータをパソコンに入力し、『変動騒音』として、5分間及び15分間の等価騒音レベルと時間率騒音レベルを求め、『間欠的な騒音』として、騒音レベルの最大値を求めて1/3オクターブ周波数分析した。

また、加速度のデータは、図-7(右)に示すように、『間欠的な騒音』と同様な方法で生波形の最大値を用いて周波数分析した。

P C 橋 Cの騒音データは、1/3-1/1オクターブ実時間分析器の自動瞬時ホールド機能とレベルレコーダ連動機能を用いて、車両通過時の騒音レベルの分析のみを行った。

さらに、車両通過時の騒音レベルの分析では、通過車両の車種による周波数分析も行った。

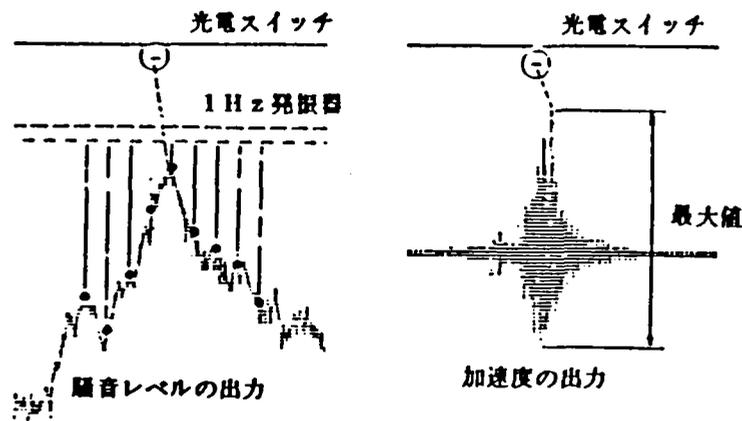
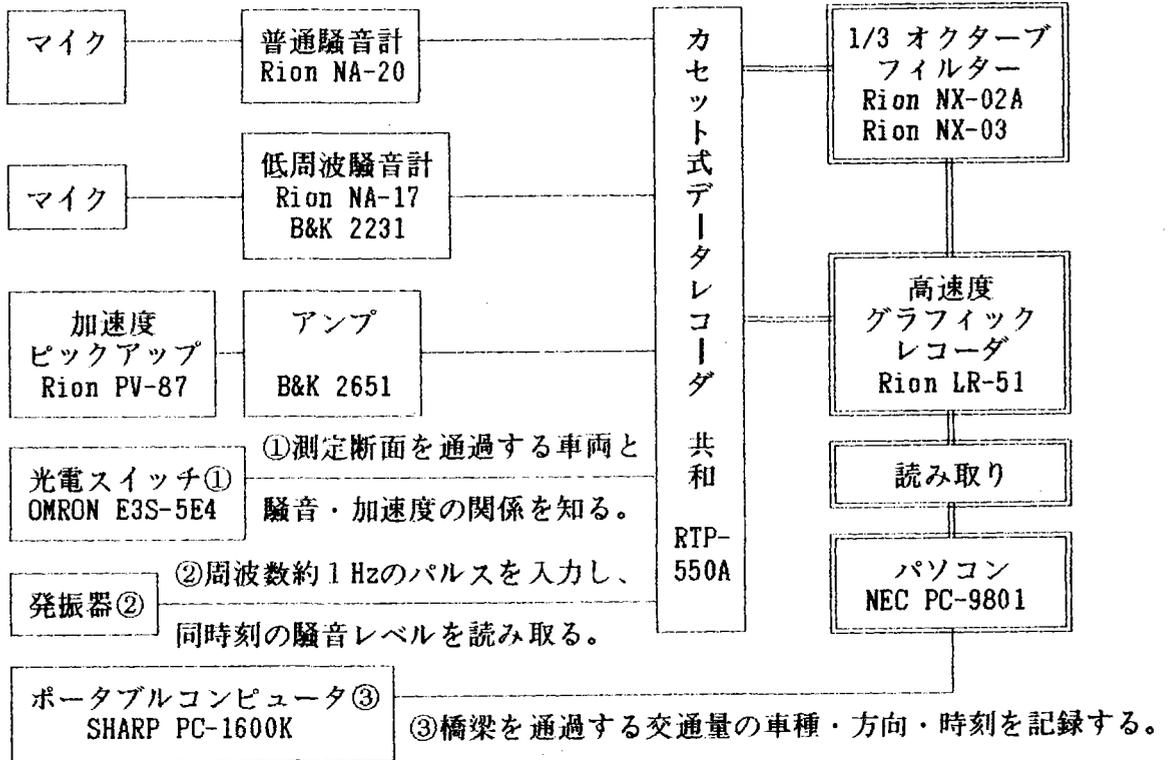


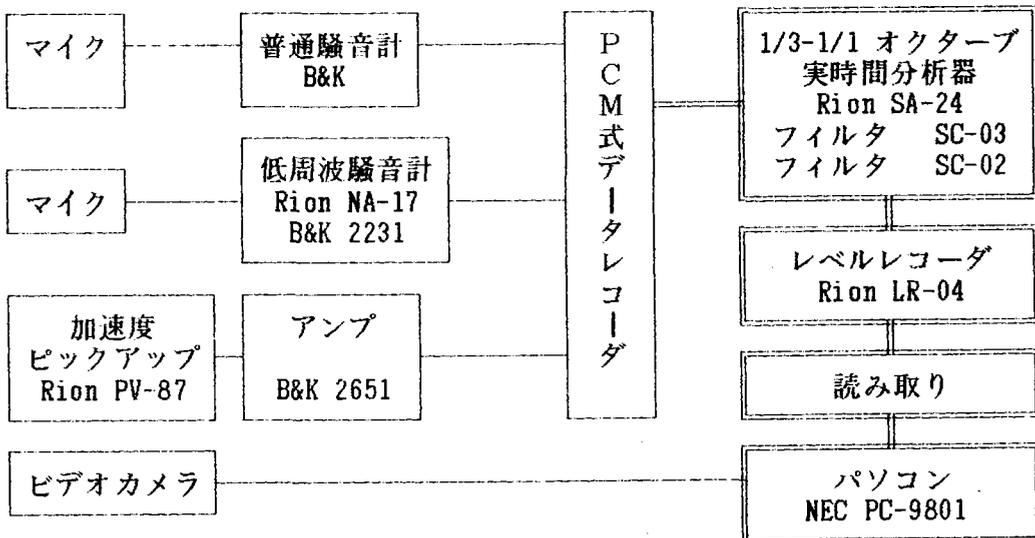
図-7 騒音・加速度の分析方法

(5) 測定・分析ブロックダイアグラム

【鋼橋 A・鋼橋 B の場合】



【P C 橋 C の場合】



#### 4. 分析結果と考察

##### (1) 測定時刻による等価・時間率騒音レベルの変化について

鋼橋 A・鋼橋 Bにおいては、0～5分、5～10分、10～15分の3回の測定を行い、それぞれの等価・時間率騒音レベルを求めたが、各回の測定によるO.A.及び1/3オクターブバンドレベルでの騒音レベルの違いは、±3dB以内であり、有意な差異は認められなかった。そこで、3回の測定のパワー平均と同様であると考えられる15分間等価・時間率騒音レベルで、『変動騒音』としての橋梁騒音を代表させることにした。

これらの15分間等価騒音レベル及び時間率騒音レベルによる1/3オクターブ分析結果を次に示す。鋼橋 Aについては、図-8(a)が橋梁中央側面騒音のものであり、図-8(b)が橋梁中央下面騒音のものである。鋼橋 Bについては、図-9(a)が橋台騒音、図-9(b)が橋梁中央下面騒音、図-9(c)が橋梁中央側面騒音を表している。

##### (2) 車両通過時騒音と15分間等価・時間率騒音レベルの関係について

鋼橋 Aの橋梁騒音は、図-8(a),(b)からもわかるように4Hz付近に卓越周波数を持ち、等価・時間率騒音レベル $L_{eq}$ ・ $L_{95}$ ・ $L_{50}$ ・ $L_{05}$ による周波数スペクトルの形は類似している。また、橋梁騒音を『間欠騒音』として捉えた車両通過時の騒音レベルによるそれは、等価・時間率騒音レベルによるものと類似しており、特に90%時間率騒音レベルの上限値 $L_{05}$ による同周波数スペクトルに酷似していることがわかった。

また、鋼橋 Bの橋梁騒音についても、図-9(a),(b),(c)を見ればわかるように2.5Hz付近に卓越周波数を持ち、車両通過時の騒音レベルによる周波数スペクトルの形は、等価・時間率騒音レベルによるものと類似している。

このことから、橋梁騒音の周波数分析には、橋梁騒音を『間欠騒音』として捉え、分析が比較的容易な車両通過時の騒音レベルを用いれば良いと考えられる。

##### (3) 通過車両による騒音の変化について

橋梁を通過する車両の違いによる車両通過時騒音の変化については、代表例として、鋼橋 BとP C橋 Cのものを示す。

鋼橋 Bでの車両通過時の橋梁中央下面騒音の周波数スペクトルを図-10(a)に車両の進行方向別で、図-10(b)に車種別で表しているが、スペクトルの形自体はほとんど同じであり、橋梁を通過する車両によって騒音は、O.A.値のみが変化することがわかる。

また、同様にP C橋 Cでの車種別の周波数スペクトルを図-11(a)に橋梁中央下面騒音、図-11(b)に橋梁中央側面騒音について表しているが、これもスペクトルの形自体はほとんど変化しないことを示している。

このことから、車両通過時の橋梁騒音の周波数スペクトルとしては、全車両について騒音レベルをパワー平均したものをを用いることにする。

##### (4) 各測点での騒音の周波数スペクトルと橋梁振動の関係について

測定した各橋梁ごとにまとめると、次のようになる。

###### ① 鋼橋 Aについて

鋼橋 Aにおける各測点での騒音の車両通過時騒音レベルによる周波数スペクトルを、振動加速度のスペクトルと併せて図-8(c)に示す。この図などより、次のようなことがわかった。

1) 鋼橋 Aでは、各測点での騒音の周波数スペクトルは、ほぼ同じ形であり、その卓越周波数は、振動加速度のそれと一致している。特に、4Hz付近の卓越周波数は、鋼橋 Aを“はり”としてモデル化した場合の曲げ振動の一次固有振動数(推定値約3.6Hz)に一致している。

2) 橋梁中央下面騒音と側面騒音は、2.5Hz以上の周波数領域ではほぼ一致しており、橋梁下面で騒音を測定できないときには、橋梁横から騒音計を垂らして測定しても良いと考えられる。

3) 足利側と太田側の橋台騒音では、160Hz 以上の周波数領域で差が現れている。これは、足利側のジョイント部の段差が5 mm程度あり、衝撃による騒音のためだと考えられる。

4) 振動加速度の減衰波形から推定した減衰定数は、約 0.010である。

## ②鋼橋 Bについて

鋼橋 Bにおける各測点での騒音の車両通過時騒音レベルによる周波数スペクトルを、振動加速度のスペクトルと併せて図-10(c)に示す。この図などより、次のようなことがわかった。

1) 鋼橋 Bでは、各測点での騒音・振動加速度スペクトルは、2.5Hz 付近に卓越周波数を持ち、鋼橋 Bを“はり”としてモデル化した場合の曲げ振動の一次固有振動数（推定値約 2 Hz）とほぼ一致する。

2) 振動加速度スペクトルは、左右の箱桁ではほぼ同じであり、車両通行による“ねじれ振動”の影響を考慮しなくてもよい。

3) 橋梁中央側面騒音と下面騒音はほぼ同じスペクトルを示しているが、下面騒音のレベルの方が全体的に高い。これは、左右の箱桁に挟まれた空間に“定在波”が生じたためではないかと思われる。このため、橋梁下面で騒音を測定できないときに、橋梁横から騒音計を垂らして測定するには注意が必要である。

4) 振動加速度の減衰波形から推定した減衰定数は、約0.005である。

## ③P C 橋 Cについて

P C 橋 Cにおける各測点での騒音の車両通過時騒音レベルによる周波数スペクトルを図-10(c)に示す。振動加速度については、現在解析中である。この図より、次のようなことがわかった。

1) P C 橋 Cでは、橋梁中央下面及び側面の騒音スペクトルは、8~12.5Hz 付近に一応卓越周波数を持ち、これは、P C 橋 Cを“はり”としてモデル化した場合の曲げ振動の一次固有振動数（推定値約 7 Hz）とほぼ一致する。

2) 橋梁中央下面騒音と側面騒音のスペクトルは大きく異なり、下面騒音のレベルの方が全体的に高い。これは、橋梁全幅がスパン長に比べて大きく、橋梁が“板”として振動することと、下面騒音に何等かの“定在波”が生じたためではないかと思われる。このため、橋梁下面で騒音を測定できないときに、橋梁横から騒音計を垂らして測定するには注意が必要である。

なお、各橋梁を“はり”としてモデル化し、曲げ振動の一次固有振動数を計算した際に用いた諸数値を下表に示す。

	スパン長	曲げ剛性	重量	一次曲げ固有振動数	減衰定数
鋼橋 A	19.5 m	$3.423 \times 10^{12} \text{Kgf} \cdot \text{cm}^2$	44.4 Kgf/cm	約 3.6 Hz	約 0.010
鋼橋 B	49.5 m	$1.342 \times 10^{14} \text{Kgf} \cdot \text{cm}^2$	145.8 Kgf/cm	約 1.9 Hz	約 0.005
P C 橋 C	23.8 m	$8.178 \times 10^{13} \text{Kgf} \cdot \text{cm}^2$	133.9 Kgf/cm	約 6.8 Hz	--

## (5) 3橋の各測点での騒音周波数スペクトルの比較について

測定対象とした鋼橋 A、鋼橋 B、P C 橋 Cの3橋について、各測点ごとに車両通過時騒音レベルによって騒音を周波数分析した結果を図-12(a), (b), (c)に示す。これらの図より、次のようなことがわかった。

- ①図-12(a)に示す橋台騒音は、3橋とも比較的によく似たスペクトルの形をしており、鋼橋 A のようにジョイント部の段差が 5 mm 程度あり、衝撃による騒音が発生しない限り、鋼橋も P C 橋も大きな相違がない。
- ②図-12(b)に示す橋梁中央下面騒音は、オーバーオール値で鋼橋の方が P C 橋より 6 dB 程度大きい。また、鋼橋の騒音スペクトルが顕著な卓越周波数を持つのに対し、P C 橋は余り顕著でなく、5 Hz 以下の周波数領域で鋼橋より騒音レベルが格段に小さい。
- ③図-12(c)に示す橋梁中央側面騒音でも、オーバーオール値で鋼橋の方が P C 橋より 12dB 程度大きい。また、鋼橋の騒音スペクトルが顕著な卓越周波数を持つのに対し、P C 橋は余り顕著でない。

## 5. まとめ

以上のような結果をまとめると次のようになる。

- ①鋼橋の騒音は、P C 橋のそれに対し、オーバーオール値でかなり大きく、スペクトルも顕著な卓越周波数をもつ。
- ②橋梁から発生する低周波音は、橋梁を“はり”としてモデル化したときの曲げ振動の一次固有振動数に強く支配される。
- ③橋台騒音は、橋梁のジョイント部の整合性や形式の違いによって、その騒音レベルが大きく異なり、騒音低減には日頃の管理を充分する必要がある。

なお、P C 橋 C については、解析の途中であり、鋼橋とコンクリート橋の騒音の違いを定量的に知るには、今後このような測定・分析を続ける必要があると考えられる。

図-8(a)

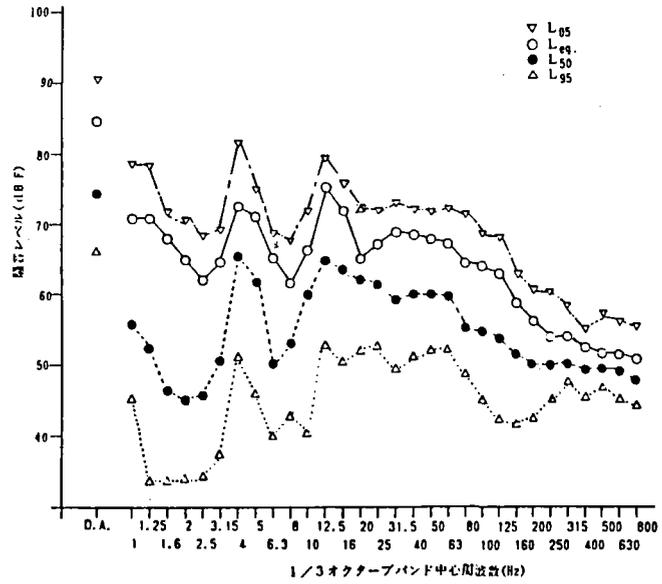


図-8(b)

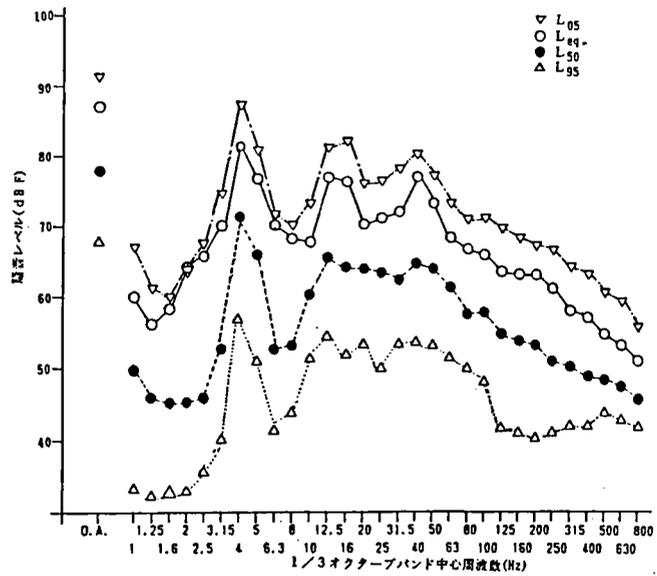


図-8(c)

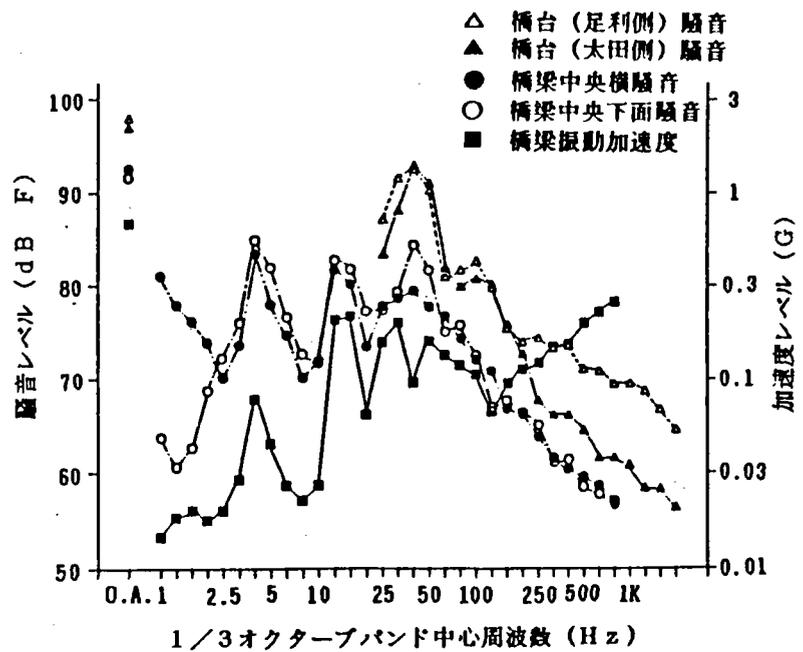


図-8 鋼橋 A の分析結果

図-9(a)

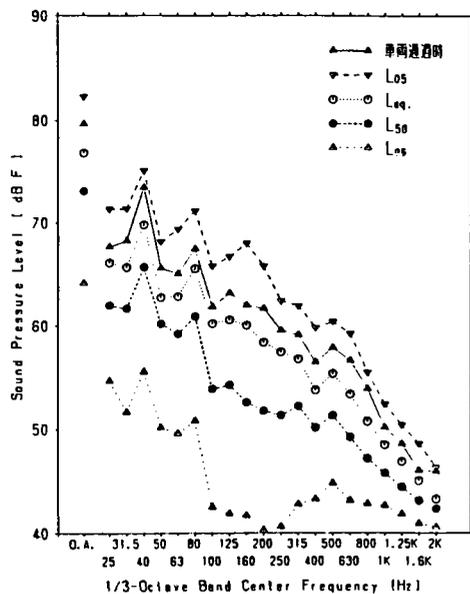


図-9(b)

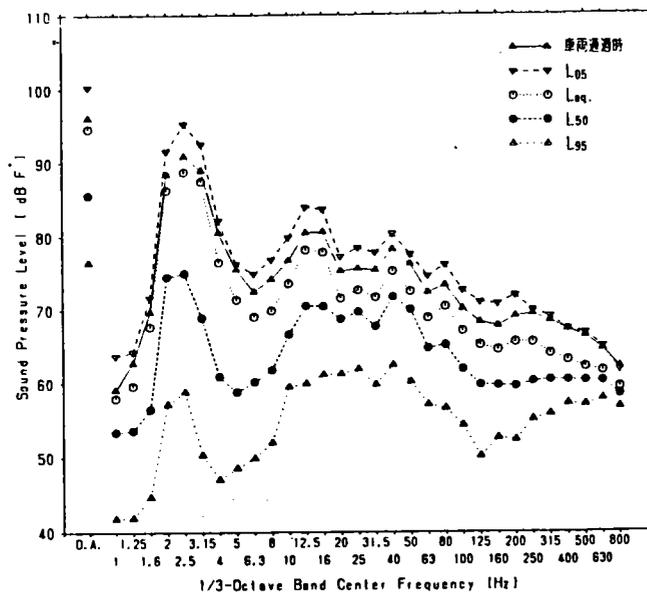


図-9(c)

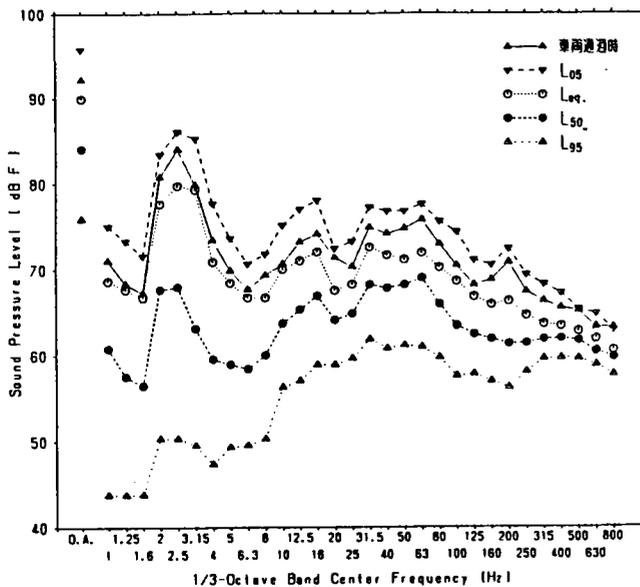


図-9 鋼橋Bの分析結果(その1)

図-10(a)

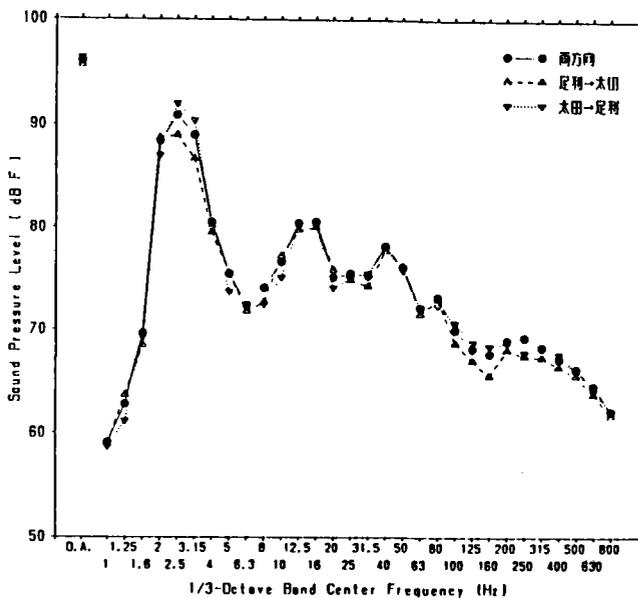


図-10(b)

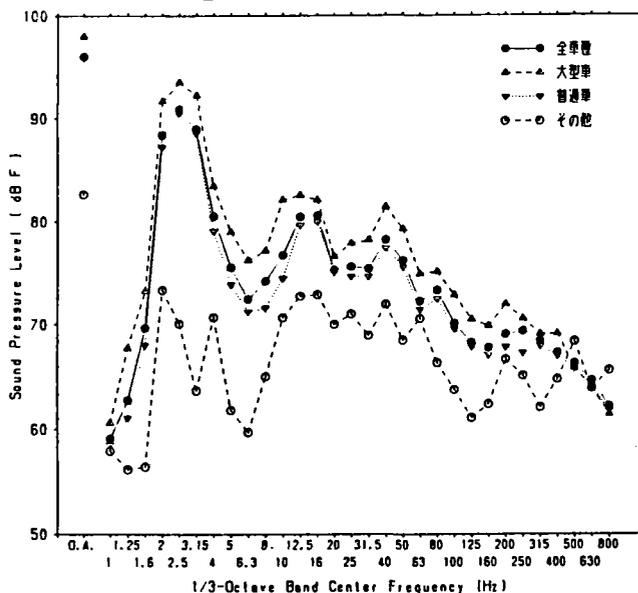


図-10(c)

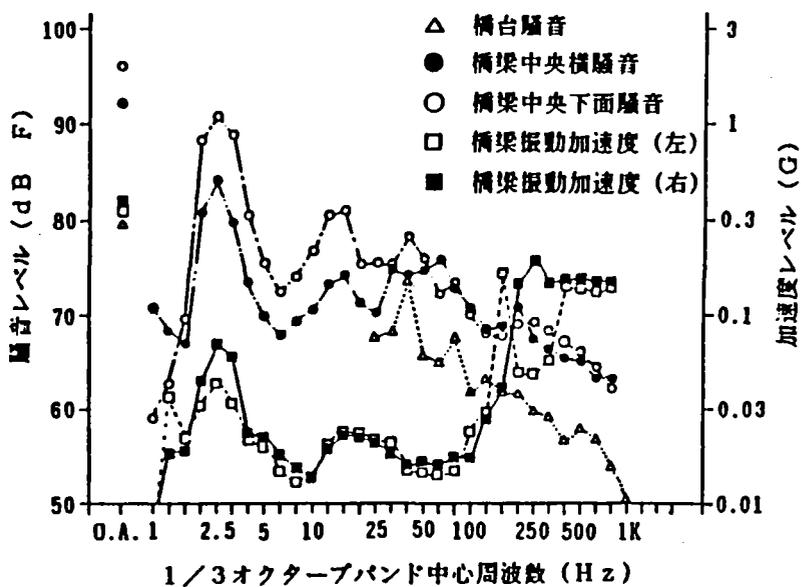


図-10 鋼橋Bの分析結果(その2)

図-11(a)

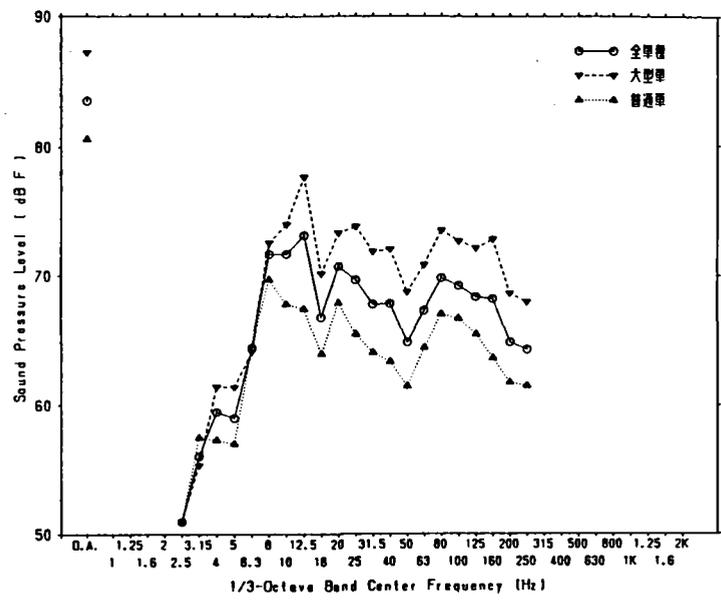


図-11(b)

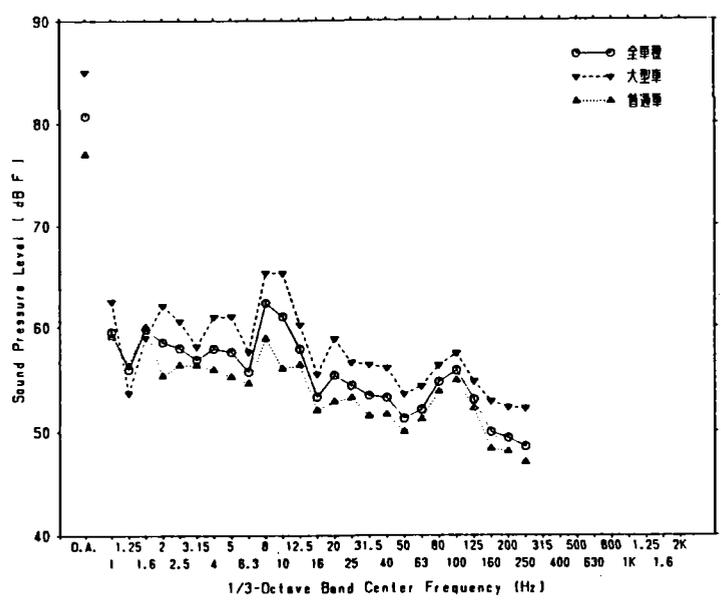


図-11(c)

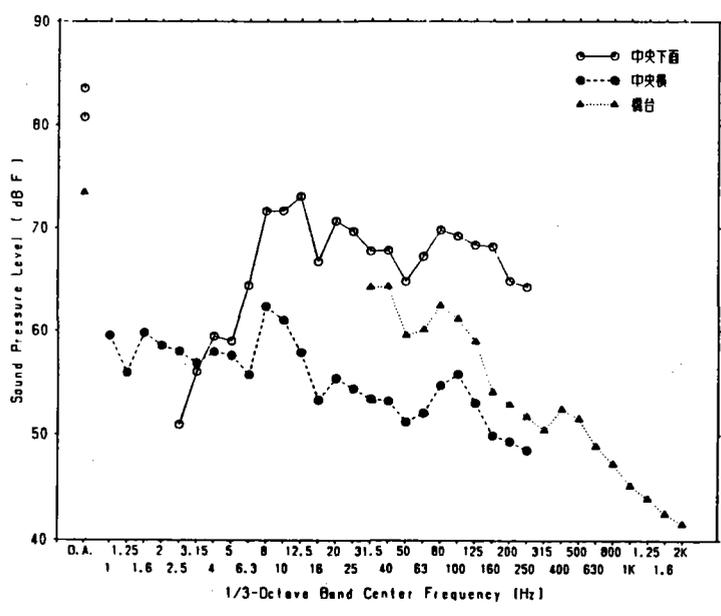


図-11 P C 橋 C の分析結果

図-12(a)  
橋台騒音

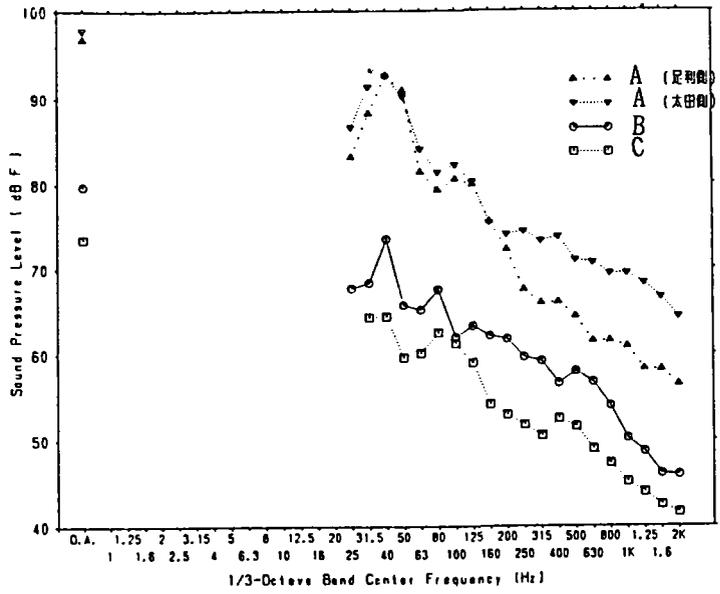


図-12(b)  
橋梁中央下面騒音

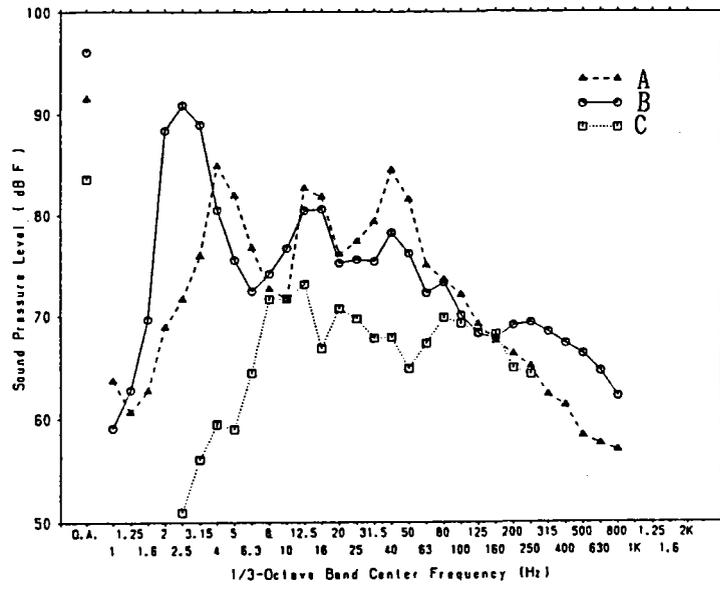


図-12(c)  
橋梁中央側面騒音

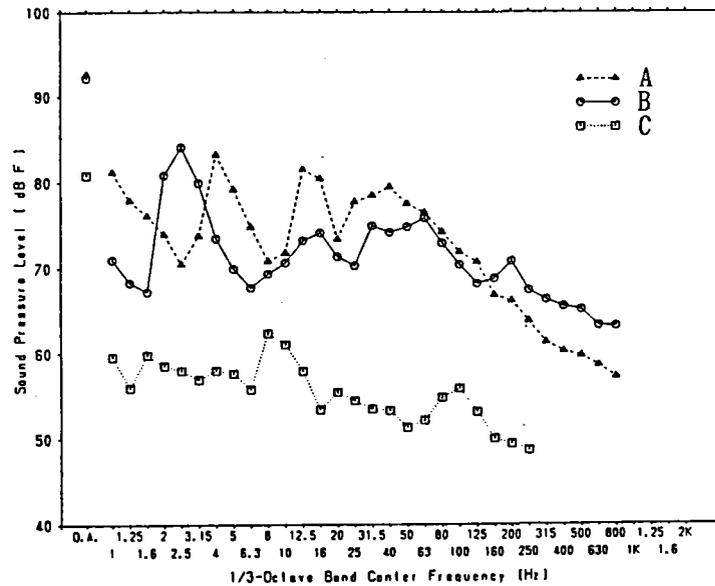


図-12 3橋の騒音比較