

【資料】

受託研究『橋梁の振動および発生音の解析に関する研究（その2）』に関連して、次のような口頭発表や研究論文を発表したので、これを添付する。

1. 土木学会 第17回関東支部技術研究発表会

『葉鹿橋における路面改修の騒音・振動低減効果』

（平成1年度 第17回関東支部技術研究発表会講演概要集 pp.250～251）

2. 足利工業大学研究集録 第17号

『葉鹿橋の路面改修による騒音・振動の低減について』

（足利工業大学研究集録 第17号 1991.3, pp.113～118）

3. 土木学会 第18回関東支部技術研究発表会

『葉鹿橋・曲弦ワーレントラス部の騒音・振動特性』

（平成2年度 第18回関東支部技術研究発表会講演概要集 pp.10～11）

葉鹿橋における路面改修の騒音・振動低減効果

足利工業大学 正員 ○藤島博英
足利工業大学 正員 宮木康幸

1. はじめに

自動車交通の発達に伴って、騒音や大気汚染等の公害が社会問題になっている。特に、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非常に高いだけでなく、耳には聞こえないが人体に大きな影響を及ぼす「低周波空気振動」の問題も含んでおり、重要な問題の一つである。また、交通量の急増や橋梁の老朽化に伴い、舗装路面の損傷・ジョイント部の不整合等が発生し、その騒音レベルは益々高くなる傾向にある。そこで、本研究では、舗装路面の状態が橋梁の騒音・振動に及ぼす影響に注目し、実橋を対象として、路面改修前後での騒音・振動を測定し、路面改修による騒音・振動低減効果を定量的に把握することを目的とした。

2. 測定および分析方法

(1) 測定対象 栃木県足利市と群馬県太田市との県境を流れる渡良瀬川に架かる「葉鹿橋」の太田側橋梁の一部（I型プレートガータ合成桁道路橋、スパン19.5m、図-1参照）を対象とした。この橋梁は、路面改修前には床版コンクリートを直接路面として使用しており、轍やあばたなどが発生し、非常に悪い状態であった。このため、本年度、コンクリート路面に直接アスファルト舗装をオーバーレイする路面改修工事が行われた。なお、改修前の騒音・振動については、一昨年度、測定を既に行っており、昨年度報告している。¹⁾

(2) 測定方法 橋梁各部から発生する騒音と加速度を同時に測定することを原則とし、図-1に示すように、低周波音レベル計(RION NA-17, B&K T-2231)をスパン中央床版直下、普通騒音計(RION NA-20)を支承部に設置し、加速度計(RION PV-87, B&K T-2651, EMIC 541-AT, 600-A-CB)をスパン中央の鋼桁に設置した。低周波音レベル計と普通騒音計の周波数特性は、橋梁からの音をそのまま測定するため、A特性を使用せず、フラットな特性を用いた。また、車両通過時刻と騒音・振動の対応を明らかにするために、光電スイッチをスパン中央部の車道両端（高欄部）に設置し、これらを同時に約15分間測定し、カセットデータレコーダ（共和 RTP-550A）に記録した。さらに、橋梁上を通過する車両を記録するため、進行方向別に4t車以上を「大型車」、4t車未満を「普通車」、それ以外のものを「その他」とし、3種類に分類して、

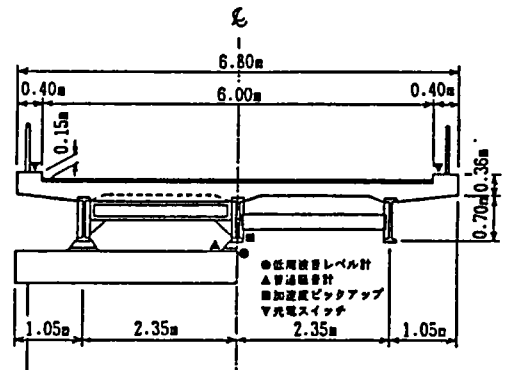


図-1 葉鹿橋の断面図及び測点

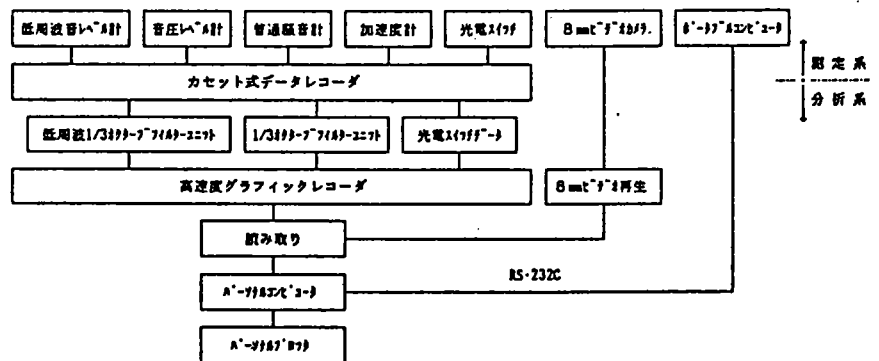


図-2 測定系及び分析系ブロックダイアグラム

ポータブルコンピュータ(SHARP PC-1600K)に記録した。なお、改修後の測定では、橋梁側面より通過車両を8mmビデオカメラで撮影し、あとで車種の分類や速度の算定を行った。

(3) 分析方法 騒音と振動の分析は、1/3オクターブ分析によるものとし、カセットデータレコーダより1/3オクターブ分析器(RION NX-02A, NX-03)を介して、各中心周波数バンドごとに、光电スイッチのデータと共にその騒音・振動加速度レベル波形を高速グラフィックレコーダ(RION LR-51)に時定数0.1秒(速い動特性)で出力した。つぎに、光电スイッチのデータを利用し、車両通過時刻ごとにその騒音レベル・振動加速度レベルの最大値を目視により読みとった。これは、橋梁騒音は、「変動騒音」としてではなく、「間欠的な騒音」として車両通過時の騒音レベルで代表されると考えたためである。¹⁾さらに、これらの読み取り数値は、パソコン(NEC PC-9801vm2)にすべて入力し、プロッタ(GRAPHTEC GD9311F)を用いて出力した。図-2に測定系および分析系のブロックダイヤグラムを示す。

3. 分析結果とその考察

橋梁の騒音や振動は、通過車両の進行方向・車種・速度によって変化することが考えられる。そこで、まず、進行方向別に比較を行ったが、すべての測点で違いはほとんど見られなかった。つぎに、車種別に比較を行ったが、「普通車」と「大型車」については、スペクトルの形自体はほとんど変わりなく、レベルの違いだけであった。「その他」については、多少異なったスペクトルの形を示したが、これは、通過台数がかなり少なく、自転車等も含まれているためであると考えられる。さらに、測定台数の多い「普通車」について速度別の比較を行ったが、高周波領域で若干違うものの、その影響は大きくはなかった。

以上のことから、橋梁の騒音や振動は、車両の進行方向・車種・速度によって分けることなく、通過する全ての車両を対象としてパワー平均したもので、改修前後の周波数分析の比較を行うことにした。

図-3に路面改修前後の騒音・振動加速度の分析結果を示す。これより、次のようなことがわかった。

①騒音は、オーバーオール値だけを見ても分かるように、路面改修工事後には全ての測点で5dB~7dBの低減が見られる。また、振動加速度も、同様に15dB程度の低減が見られる。振動加速度に比べて騒音の低減効果が小さいのは、振動加速度の測点が鋼桁のみであり、それ以外の部材の振動による騒音や車両の走行音の影響が大きいと考えられる。

②騒音や振動加速度のスペクトルの形は、改修前後でほぼ同じ形であるが、路面改修によって、8Hz~20Hz付近の周波数領域で、そのレベルの低下が著しい。このことは、8Hz~20Hzの周波数領域の騒音や振動は、路面の凹凸に起因するものであったためと考えられる。また、4Hzのピークは葉鹿橋の曲げ振動の固有一次振動数に一致しているため、レベルが余り低下しなかったと考えられる。さらに、315Hz付近で改修前よりレベルが増加しているのは、アスファルトをコンクリート路面に直接オーバーレイしたため、足利側支承部のジョイントの段差が改修前より拡大し、車両通過の衝撃音が大きくなったことによると考えられる。

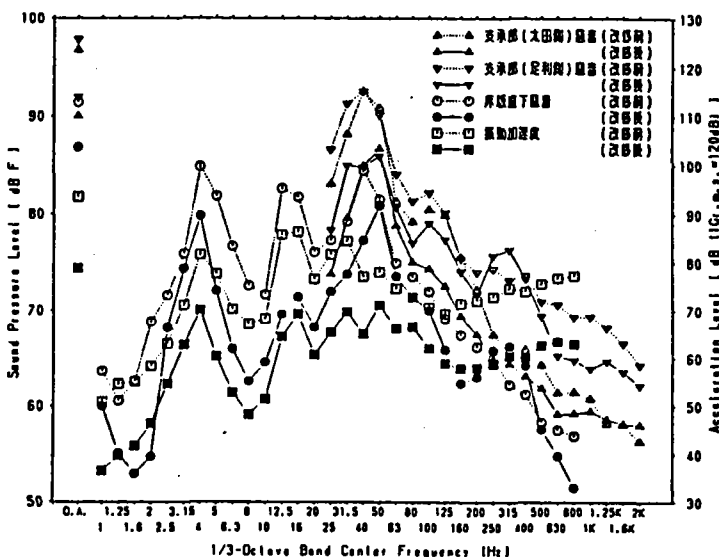


図-3 葉鹿橋の路面改修工事前後の

騒音・振動加速度の周波数分析結果

これらのことから、路面の凹凸は、橋梁の騒音や振動に大きな影響をもち、それを是正する路面改修工事は、かなりの騒音・振動低減効果をもつことがわかった。したがって、橋梁管理者は、路面のメンテナンスを日頃より十分に行う必要があると考えられる。

【参考文献】

- 1) 宮木康幸, 藤島博英: 「道路橋騒音の評価に関する一考察」, 第16回関東支部概要集, pp.270~271, 1989

葉鹿橋の路面改修による騒音・振動の低減について

藤島博英*・宮木康幸*

Decrease of The Noise and Vibration of Hajika Bridge by The Roadsurface Improvement Works

Hirohide FUJISHIMA, Yasuyuki MIYAKI

The noise and vibration generated from bridges are affected by the unevenness of road surface. Accordingly, before and after the road surface improvement works had been carried out in Hajika Bridge, we measured the sound pressure level (S.P.L.) and vibration acceleration level (V.A.L.).

In consequence, the main results obtained were as follows;

1. By the road surface improvement works, the overall of S.P.L. was reduced more than 5 dB and the V.A.L. was reduced more than 15 dB.
2. The shape of 1/3-octave frequency spectra had little difference between before and after the improvement.
3. The noise and vibration from 8Hz to 20Hz were distinguishably affected by the unevenness of road surface. But at the natural frequency of bending vibration they were not affected.

1. まえがき

自動車交通の発達に伴って、騒音や大気汚染等の公害が、現在社会問題になっている。交通騒音の中でも特に、橋梁から発生する騒音は、その騒音レベルが非常に高いだけでなく、耳には聞こえないが人体に大きな影響を及ぼす「低周波空気振動」の問題も含んでおり、重要な問題の一つである。また、交通量の急増や橋梁の老朽化に伴い、舗装路面の損傷やジョイント部の不整合等が発生し、その騒音レベルが益々高くなる傾向にある。

そこで、本研究では、路面改修工事が実施された実橋において、その改修前後の騒音・振動を測定して、路面状態が橋梁の騒音・振動に及ぼす影響を定量的に把握し、路面改修の騒音・振動低減効果を知ることが目的とした。

なお、路面改修工事が実施された実橋は「葉鹿橋」であり、改修前については、昭和62年（1987年）12月10日に測定を実施し、その騒音・振動特性について既に昨年度報告¹⁾しているの、その測定・分析

*土木工学科

方法については、本報では省略した。

2. 測定および分析方法

2.1 測定対象橋梁

測定を実施した橋梁は、栃木県足利市と群馬県太田市との県境を流れる渡良瀬川に架かる葉鹿橋であり、その中で特に図-1に示す単純H型鋼橋部（3主桁H型鋼合成桁道路橋、車道幅員6m、スパン19.5m）を対象とした。

この葉鹿橋単純H型鋼橋部は、昭和43年に架設されたものであり、路面改修前（昭和62年）には、コンクリート床版を直接路面として使用しており、轍やあばたなどが発生し、非常に悪い状態であった。このため、平成1年に床版コンクリート路面に直接アスファルト舗装をオーバーレイする路面改修工事が行われた。そこで、平成1年（1989年）10月13日に測定を実施した。

改修前後の路面状況は、写真-1～写真-6に示すとおりである。

2.2 測定方法

測定方法は、橋梁各部から発生する騒音と振動加

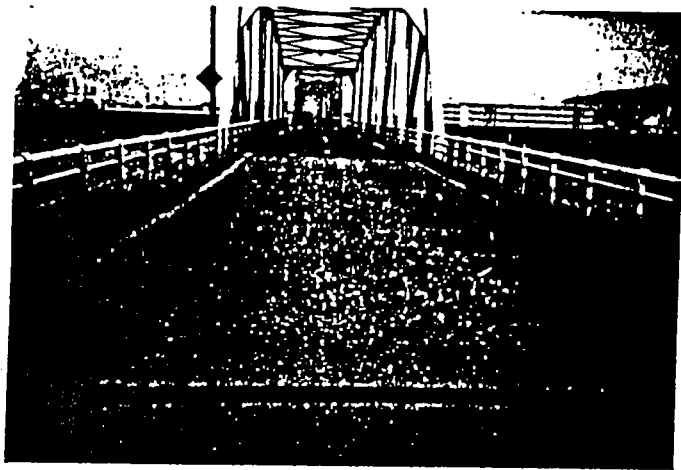


写真-1 改修前の路面状況

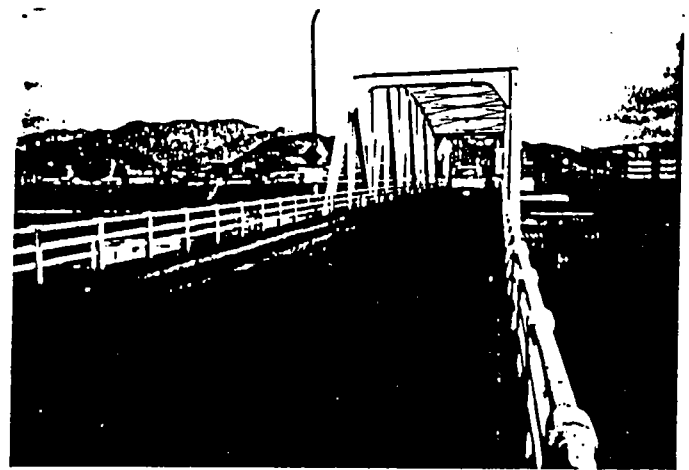


写真-2 改修後の路面状況

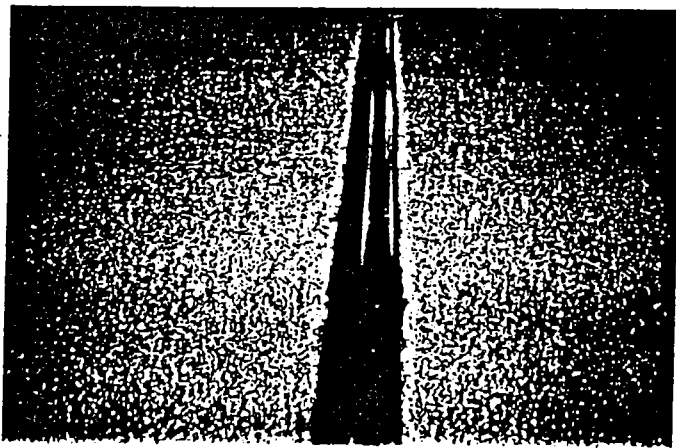


写真-3 改修前の太田側ジョイント部

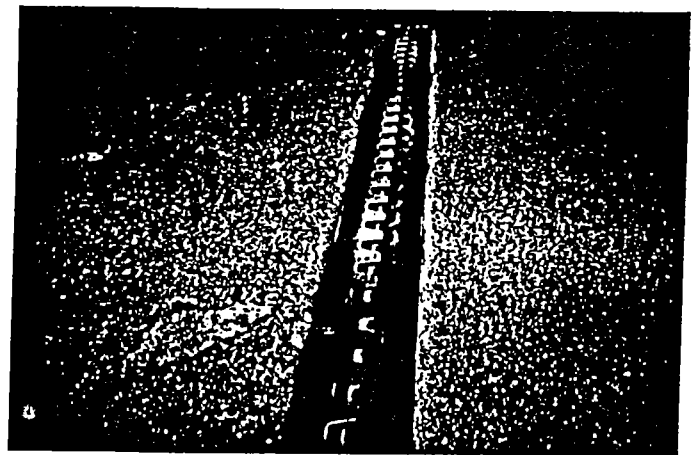


写真-4 改修前の足利側ジョイント部

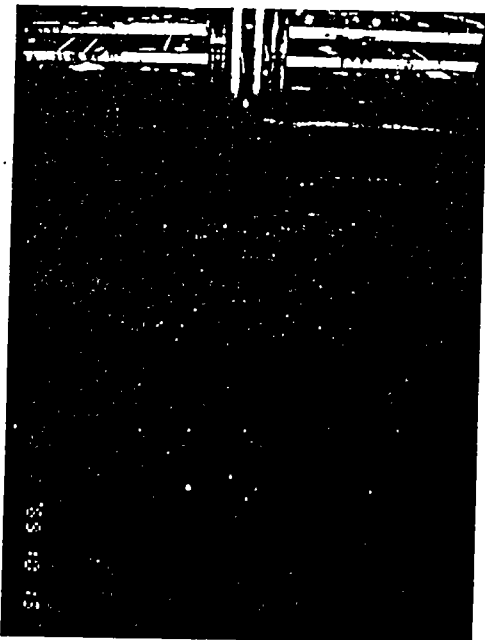


写真-5 改修後の太田側ジョイント部

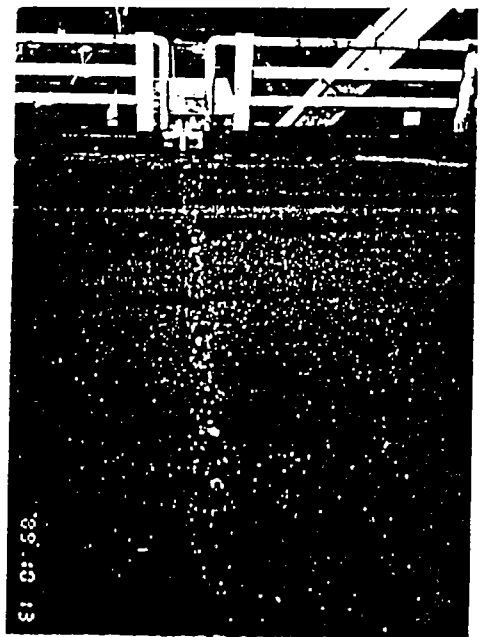


写真-6 改修後の足利側ジョイント部

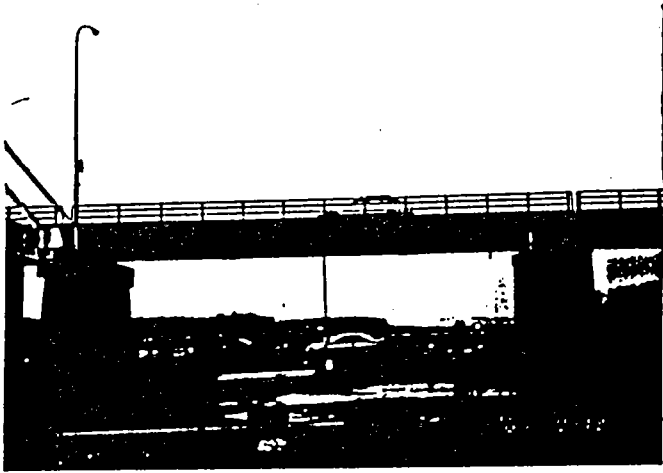


写真-7 騒音・振動測定状況

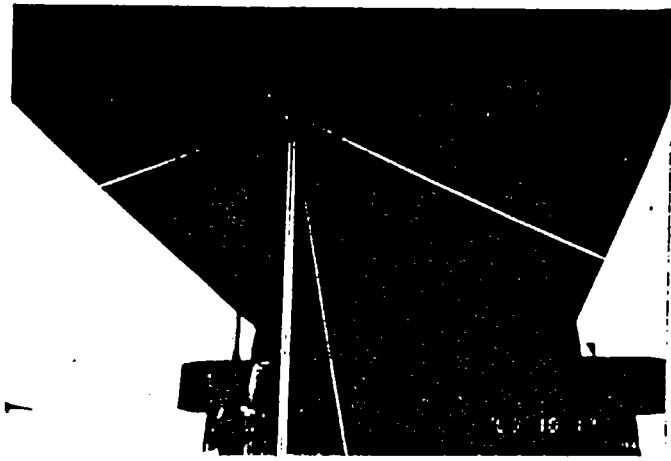
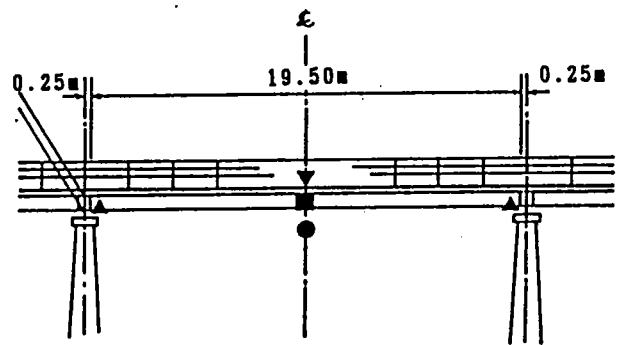
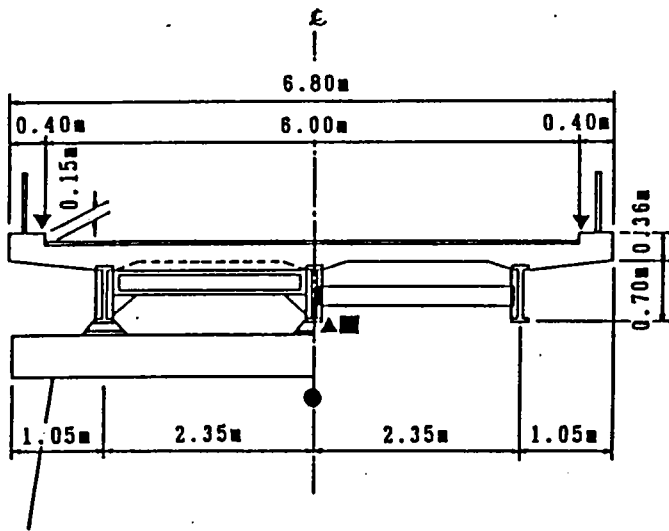


写真-8 低周波音レベル計設置状況



- 低周波音レベル計
- ▲ 普通騒音計
- 加速度ピックアップ計
- ▼ 光電スイッチ

図-1 葉鹿橋の断面図・側面図および測点

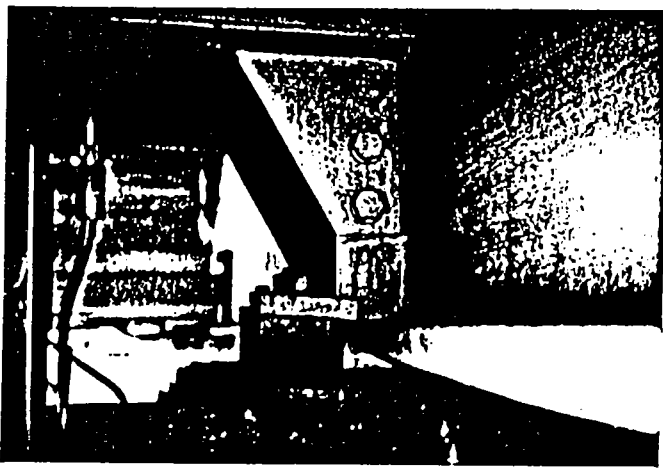


写真-9 普通騒音計設置状況（足利側支承部）

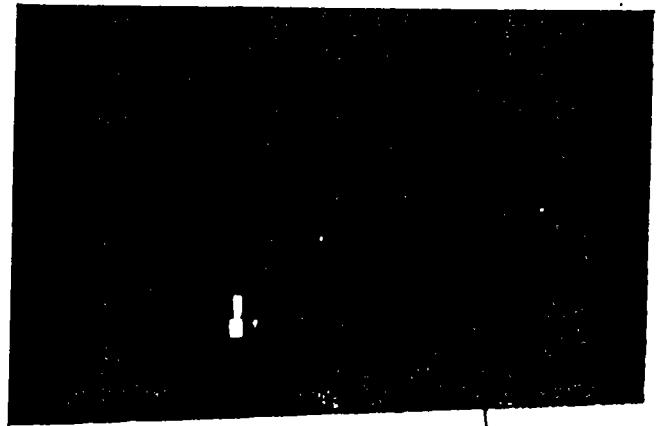


写真-10 加速度ピックアップ設置状況

速度を同時に測定することを原則とし、各測定機器は、路面改修前後の比較のため、図-1に示すと同一の測点に設置し、測定結果をデータレコーダに記録した。また、改修後の測定では、通過車両の種類や速度と騒音・振動の関係を知るため、橋梁側面より通過車両を8mmビデオカメラで撮影し記録した。

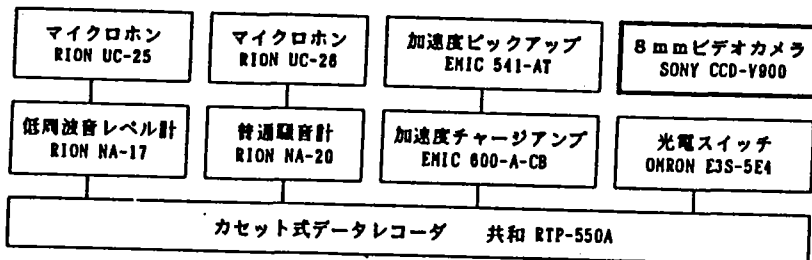


図-2 改修後の測定ブロックダイアグラム

図-1に示す測点に対応した騒音・振動測定の状態を写真-7～写真-10に示す。写真-7は、騒音・振動測定の概要を示している。写真-8はスパン中央床版直下に低周波音レベル計を、写真-9は足利側支承部に普通騒音計を、写真-10はスパン中央の鋼桁部に加速度ピックアップを設置した状態を示している。

なお、低周波音レベル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、フラットな特性を用いた。

ここで、改修後の測定系のブロックダイアグラムを図-2に示しておく。

2.3 分析方法

騒音と振動の分析は、1/3オクターブ分析によるものとし、まず、データレコーダより1/3オクターブ分析器を介して、各中心周波数バンドごとに、車両が橋梁中央を通過した時刻を示す光電スイッチのデータと共に、そのレベル波形を高速度グラフィックレコーダに時定数0.1秒(速い動特性)で出力した。ここで、改修前の分析では、振動加速度データを生波形処理をしたが、騒音と振動の対応をとるため、騒音と同様なレベル波形処理を再度実施したことを記しておく。

つぎに、光電スイッチのデータを利用し、「間欠的な」²⁾騒音・振動として車両通過時刻ごとにその騒音レベル・振動加速度レベルの最大値を目視により読みとった。

さらに、これらの読み取った数値はすべてパソコンに入力し、プロッタを用いて出力し検討した。

また、橋梁上を通過する車両を撮影した8mmビデオを再生し、通過車両を進行方向・車種別に分け

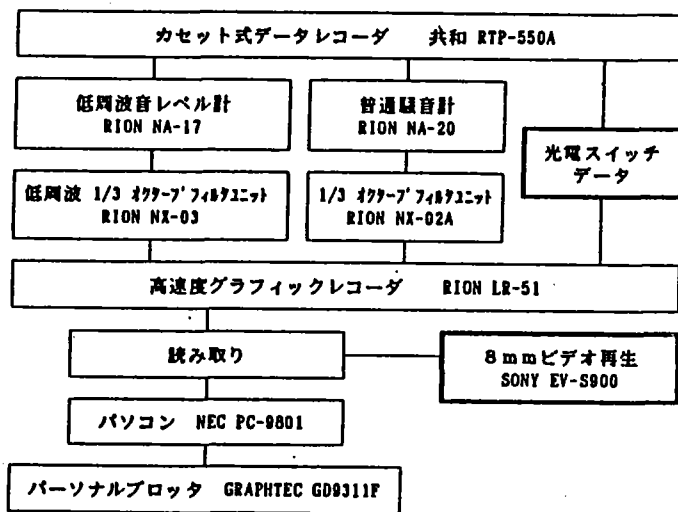


図-3 改修後の分析系ブロックダイアグラム

るとともに、ストップウォッチで橋梁上を通過する時間を測定し、通過速度を算定した。

ここで、改修後の分析系のブロックダイアグラムを図-3に示しておく。

3. 分析結果および考察

橋梁の騒音・振動は通過車両の進行方向、車種、速度の影響を受けることが考えられる。

そこで、通過車両を進行方向、車種、速度別に分類してみた。その結果を表-1、表-2に示す。なお、改修前の測定では通過車両の速度別分類を行えなかったため、改修後についてのみ表-2に示した。また、通過車両のうちもっとも台数が多い「普通車」のみを対象として速度別分析を行った。

1/3オクターブ分析によって、進行方向、車種の影響について検討したが、改修前後とも車種によっては若干異なるものの、そのスペクトルにはあまり大きな相違が見られなかった。

つぎに、改修後における速度の影響について検討

した結果の一例を図-4に示す。この図からもわかるように、オーバーオール値としては、6 dB程度の相違があるが、そのスペクトルは同じ形を示している。また、50Hz以上の高周波領域で速度と正の相関を示しているものの速度の影響は、全体として系統的なものでないことがわかった。

以上のことから、騒音・振動の代表値としては、車両の進行方向・車種・速度によって分けることなく、通過する全ての車両を対象としてパワー平均したものをを用いることにし、路面改修の効果を検討することにした。

太田側と足利側の両支承部騒音については図-5に、また、スパン中央断面の床版直下騒音と振動加速度については図-6に路面改修前後を比較した1/3オクターブ分析結果を示す。

これらより、次のようなことがわかった。

①騒音は、オーバーオール値だけを見ても分かるように、路面改修工事後には全ての測点で5 dB~7 dBの低減が見られる。また、振動加速度も、同様に15dB程度の低減が見られる。振動加速度に比べて騒音の低減効果が小さいのは、振動加速度の測点が鋼桁のみであり、それ以外の部材の振動による騒音や車両の走行音の影響が大きいためと考えられる。

②騒音や振動加速度のスペクトルの形は、改修前後でほぼ同じ形であるが、路面改修によって、8 Hz~20 Hz付近の周波数領域で、そのレベルの低下が著しい。このことは、8 Hz~20Hzの周波数領域の騒音や振動は、路面の凹凸に起因するものであったためと考えられる。また、4 Hzのピークは葉鹿橋の曲げ振動の固有一次振動数に一致しているため、レベルが余り低下しなかったと考えられる。さらに、315Hz付近で改修前よりレベルが増加しているのは、アスファルトを床版コンクリート路面に直接オ

表-1 葉鹿橋の路面改修前後の通過交通量

(台)

	路面改修前			路面改修後			合計
	足→太利	太→足利	計	足→太利	太→足利	計	
大型車	8	9	17	11	11	22	39
普通車	58	49	107	91	60	151	158
その他	1	7	8	2	2	4	12
計	67	65	132	104	73	177	309

表-2 葉鹿橋の路面改修後の速度別通過交通量

(台)

	普通車		合計
	足→太利	太→足利	
30 km/h未満	8	5	13
30 ~ 35	26	14	40
35 ~ 40	26	19	45
40 ~ 45	20	15	35
45 ~ 50	7	5	12
50 km/h以上	4	2	6
合計	91	60	151
平均速度km/h	37.90	38.30	38.10
標準偏差km/h	7.19	5.60	6.61

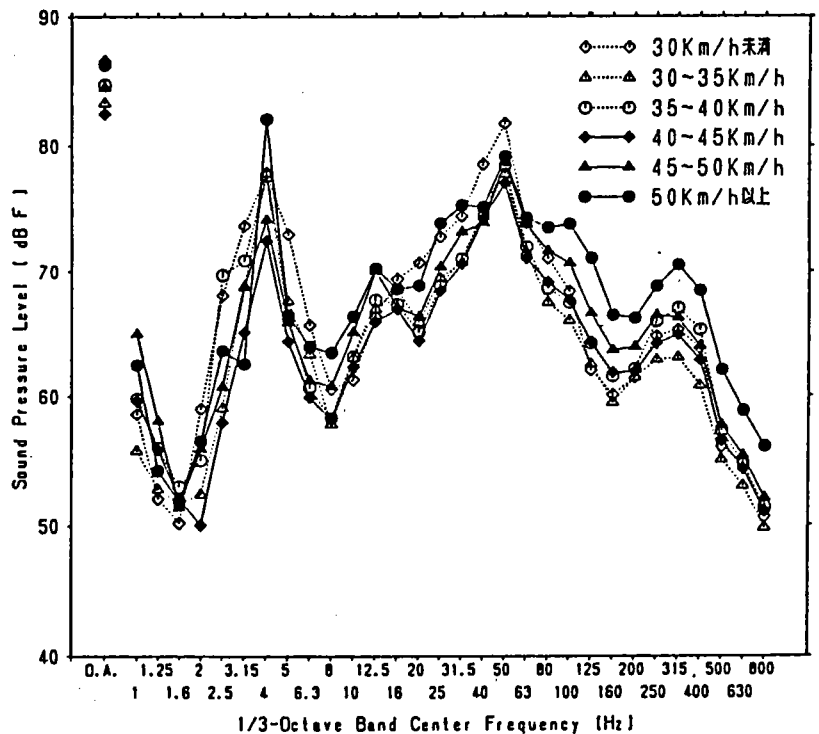


図-4 路面改修後における普通車の速度別

周波数分析結果 (床版直下騒音)

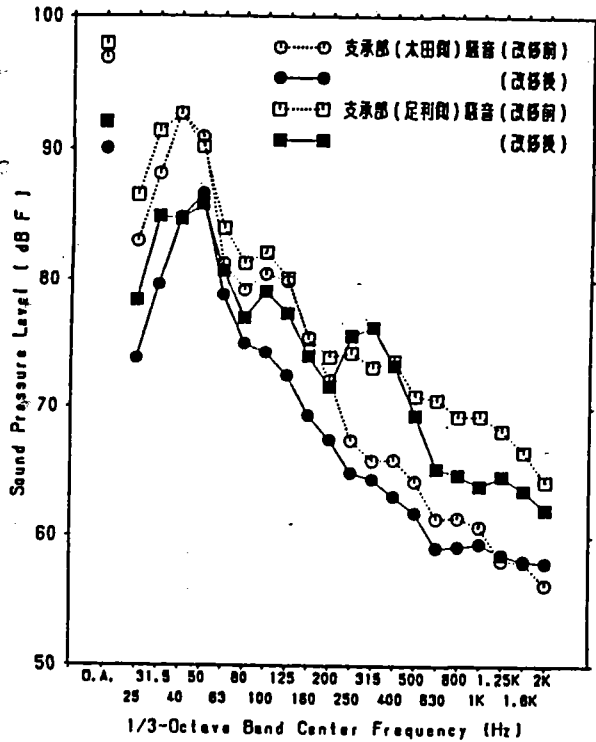


図-5 足利・太田側両支承部騒音の

路面改修前後の周波数分析結果の比較
 ーバーレイしたため、写真-4、写真-6に示すように、足利側支承部のジョイントの段差が改修前より拡大し、車両通過の際の衝撃が大きくなったことによると考えられる。

4. まとめ

以上の考察から、路面の凹凸は、橋梁の騒音や振動に大きな影響をもち、それを是正する路面改修工事は、かなりの騒音・振動低減効果をもつことがわかった。

したがって、橋梁管理者は、路面のメンテナンスを日頃より十分に行う必要があると考えられる。

謝 辞

本研究は、平成2年3月に本学を卒業した大和久正志君、金子英道君の協力を得て、鋼橋技術研究会より委託された「橋梁の振動および発生音の解析に関する研究(その2)」の一環として行ったものである。

ここに記して厚く御礼申し上げます。

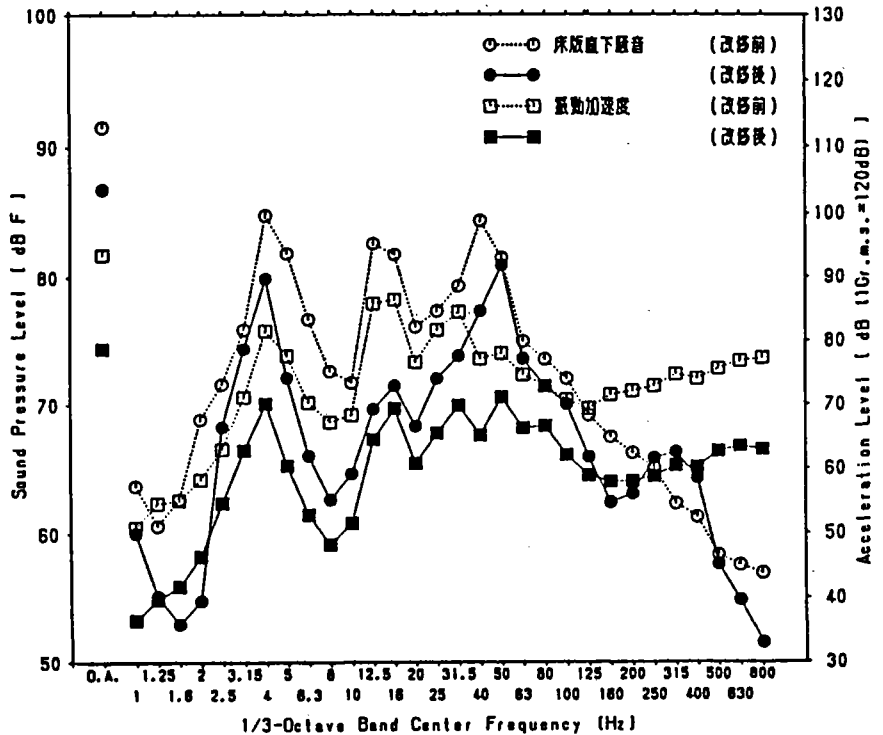


図-6 床版直下騒音と振動加速度の

路面改修前後の周波数分析結果の比較

【参 考 文 献】

- 1)宮木康幸, 藤島博英:
 “葉鹿橋と鹿島橋の騒音・振動特性に関する研究”
 足利工業大学研究集録, No.16, pp.105~112, 1990
- 2)日本工業標準調査会審議:
 “騒音レベル測定方法 JIS Z8731(-1983)”
 日本規格協会, 1983

葉鹿橋の路面改修による騒音・振動の低減について

藤島博英*・宮木康幸*

Decrease of The Noise and Vibration of Hajika Bridge by The Roadsurface Improvement Works

Hirohide FUJISHIMA, Yasuyuki MIYAKI

足利工業大学研究集録 第17号

1991.3 別刷

葉鹿橋の路面改修による騒音・振動の低減について

藤島博英*・宮木康幸*

Decrease of The Noise and Vibration of Hajika Bridge by The Roadsurface Improvement Works

Hirohide FUJISHIMA, Yasuyuki MIYAKI

The noise and vibration generated from bridges are affected by the unevenness of road surface. Accordingly, before and after the road surface improvement works had been carried out in Hajika Bridge, we measured the sound pressure level (S.P.L.) and vibration acceleration level (V.A.L.).

In consequence, the main results obtained were as follows;

1. By the road surface improvement works, the overall of S.P.L. was reduced more than 5 dB and the V.A.L. was reduced more than 15 dB.
2. The shape of 1/3-octave frequency spectra had little difference between before and after the improvement.
3. The noise and vibration from 8Hz to 20Hz were distinguishably affected by the unevenness of road surface. But at the natural frequency of bending vibration they were not affected.

1. まえがき

自動車交通の発達に伴って、騒音や大気汚染等の公害が、現在社会問題になっている。交通騒音の中でも特に、橋梁から発生する騒音は、その騒音レベルが非常に高いだけでなく、耳には聞こえないが人体に大きな影響を及ぼす「低周波空気振動」の問題も含んでおり、重要な問題の一つである。また、交通量の急増や橋梁の老朽化に伴い、舗装路面の損傷やジョイント部の不整合等が発生し、その騒音レベルが益々高くなる傾向にある。

そこで、本研究では、路面改修工事が実施された実橋において、その改修前後の騒音・振動を測定して、路面状態が橋梁の騒音・振動に及ぼす影響を定量的に把握し、路面改修の騒音・振動低減効果を知ることが目的とした。

なお、路面改修工事が実施された実橋は「葉鹿橋」であり、改修前については、昭和62年(1987年)12月10日に測定を実施し、その騒音・振動特性につい

て既に昨年度報告¹⁾しているもので、その測定・分析方法については、本報では省略した。

2. 測定および分析方法

2.1 測定対象橋梁

測定を実施した橋梁は、栃木県足利市と群馬県太田市との県境を流れる渡良瀬川に架かる葉鹿橋であり、その中で特に図-1に示す単純H型鋼橋部(3主桁H型鋼合成桁道路橋、車道幅員6m、スパン19.5m)を対象とした。

この葉鹿橋単純H型鋼橋部は、昭和43年に架設されたものであり、路面改修前(昭和62年)には、コンクリート床版を直接路面として使用しており、轍やあばたなどが発生し、非常に悪い状態であった。このため、平成1年に床版コンクリート路面に直接アスファルト舗装をオーバーレイする路面改修工事が行われた。そこで、平成1年(1989年)10月13日に測定を実施した。

改修前後の路面状況は、写真-1~写真-6に示すとおりである。

*土木工学科



写真-1 改修前の路面状況



写真-2 改修後の路面状況

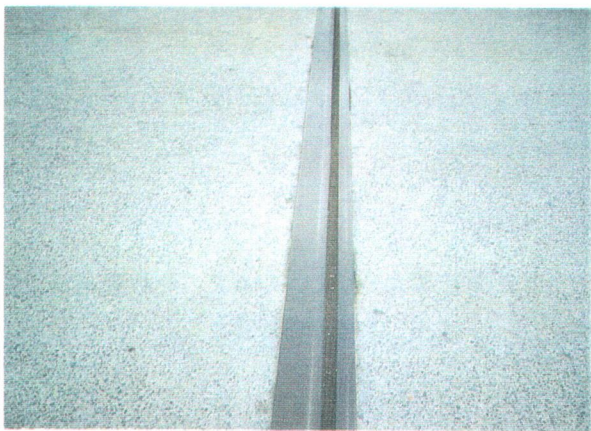


写真-3 改修前の太田側ジョイント部



写真-4 改修前の足利側ジョイント部

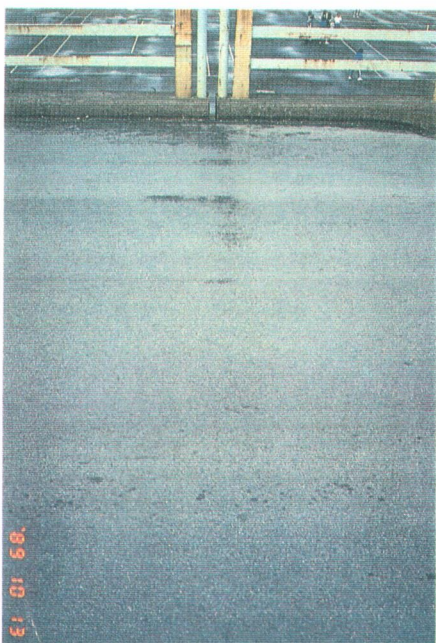


写真-5 改修後の太田側ジョイント部



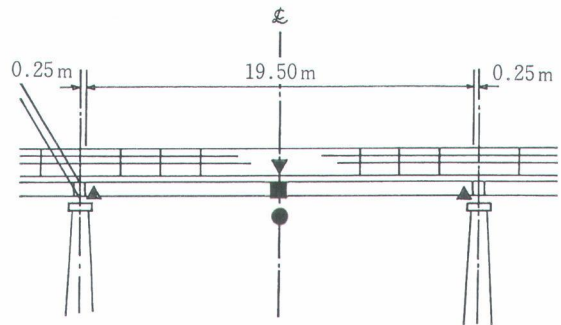
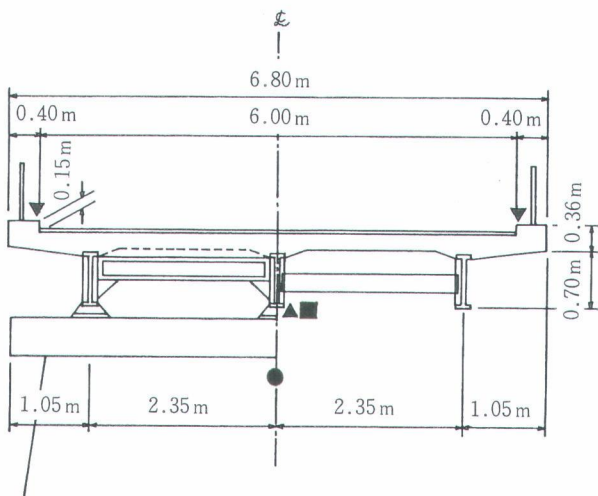
写真-6 改修後の足利側ジョイント部



写真-7 騒音・振動測定状況



写真-8 低周波音レベル計設置状況



- 低周波音レベル計
- ▲ 普通騒音計
- 加速度ピックアップ計
- ▼ 光電スイッチ

図-1 葉鹿橋の断面図・側面図および測点

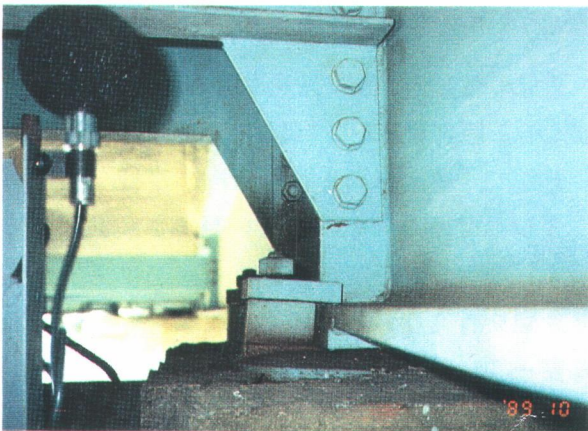


写真-9 普通騒音計設置状況 (足利側支承部)

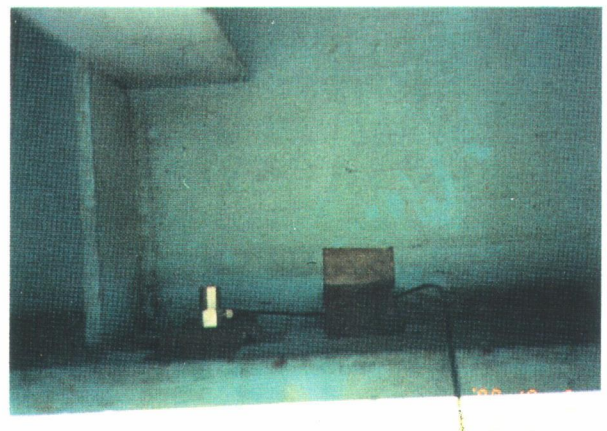


写真-10 加速度ピックアップ設置状況

2.2 測定方法

測定方法は、橋梁各部から発生する騒音と振動加速度を同時に測定することを原則とし、各測定機器は、路面改修前後の比較のため、図-1に示すと同一の測点に設置し、測定結果をデータレコーダに記録した。また、改修後の測定では、通過車両の種類や速度と騒音・振動の関係を知るため、橋梁側面より通過車両を8mmビデオカメラで撮影し記録した。

図-1に示す測点に対応した騒音・振動測定の状態を写真-7～写真-10に示す。写真-7は、騒音・振動測定の概要を示している。写真-8はスパン中央床版直下に低周波音レベル計を、写真-9は足利側支承部に普通騒音計を、写真-10はスパン中央の鋼桁部に加速度ピックアップを設置した状況を示している。

なお、低周波音レベル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、フラットな特性を用いた。

ここで、改修後の測定系のブロックダイアグラムを図-2に示しておく。

2.3 分析方法

騒音と振動の分析は、1/3オクターブ分析によるものとし、まず、データレコーダより1/3オクターブ分析器を介して、各中心周波数バンドごとに、車両が橋梁中央を通過した時刻を示す光電スイッチのデータと共に、そのレベル波形を高速グラフィックレコーダに時定数0.1秒（速い動特性）で出力した。ここで、改修前の分析では、振動加速度データを生波形処理をしたが、騒音と振動の対応をとるため、騒音と同様なレベル波形処理を再度実施したことを記しておく。

つぎに、光電スイッチのデータを利用し、「間欠的な²⁾」騒音・振動として車両通過時刻ごとにその騒音レベル・振動加速度レベルの最大値を目視により読みとった。

さらに、これらの読み取った数値はすべてパソコ

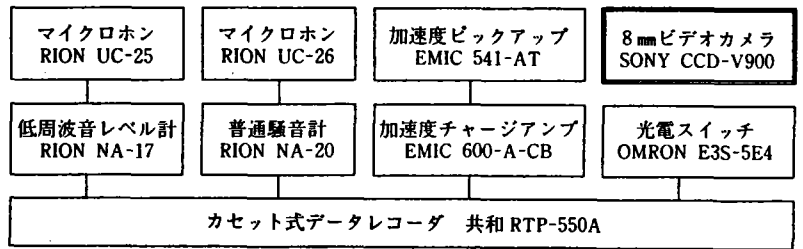


図-2 改修後の測定系ブロックダイアグラム

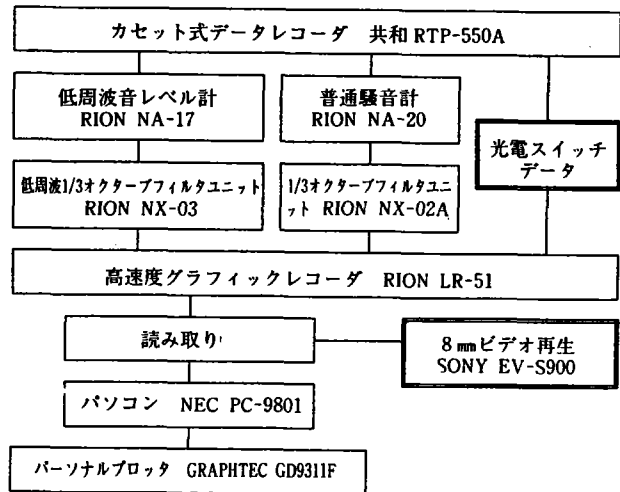


図-3 改修後の分析系ブロックダイアグラム

ンに入力し、プロッタを用いて出力し検討した。

また、橋梁上を通過する車両を撮影した8mmビデオを再生し、通過車両を進行方向・車種別に分けるとともに、ストップウォッチで橋梁上を通過する時間を測定し、通過速度を算定した。

ここで、改修後の分析系のブロックダイアグラムを図-3に示しておく。

3. 分析結果および考察

橋梁の騒音・振動は通過車両の進行方向、車種、速度の影響を受けることが考えられる。

そこで、通過車両を進行方向、車種、速度別に分類してみた。その結果を表-1、表-2に示す。なお、改修前の測定では通過車両の速度別分類を行えなかったため、改修後についてのみ表-2に示した。また、通過車両のうちもっとも台数が多い「普通車」のみを対象として速度別分析を行った。

1/3オクターブ分析によって、進行方向、車種の影響について検討したが、改修前後とも車種によっては若干異なるものの、そのスペクトルにはあまり大きな相違が見られなかった。

つぎに、改修後における速度の影響について検討した結果の一例を図-4に示す。この図からもわかるように、オーバーオール値としては、6 dB程度の相違があるが、そのスペクトルは同じ形を示している。また、50Hz以上の高周波領域で速度と正の相関を示しているものの速度の影響は、全体として系統的なものでないことがわかった。

以上のことから、騒音・振動の代表値としては、車両の進行方向・車種・速度によって分けることなく、通過する全ての車両を対象としてパワー平均したものをを用いることにし、路面改修の効果を検討することにした。

太田側と足利側の両支承部騒音については図-5に、また、スパン中央断面の床版直下騒音と振動加速度については図-6に路面改修前後を比較した1/3オクターブ分析結果を示す。

これらより、次のようなことがわかった。

①騒音は、オーバーオール値だけを見ても分かるように、路面改修工事後には全ての測点で5 dB～7 dBの低減が見られる。また、振動加速度も、同様に15dB程度の低減が見られる。振動加速度に比べて騒音の低減効果が小さいのは、振動加速度の測点が鋼桁のみであり、それ以外の部材の振動による騒音や車両の走行音の影響が大きいと考えられる。

②騒音や振動加速度のスペクトルの形は、改修前後ではほぼ同じ形であるが、路面改修によって、8 Hz～20Hz付近の周波数領域で、そのレベルの低下が著しい。このことは、

表-1 葉鹿橋の路面改修前後の通過交通量 (台)

	路面改修前			路面改修後			合計
	足利→太田	太田→足利	計	足利→太田	太田→足利	計	
大型車	8	9	17	11	11	22	39
普通車	58	49	107	91	60	151	158
その他	1	7	8	2	2	4	12
計	67	65	132	104	73	177	309

表-2 葉鹿橋の路面改修後の速度別通過交通量 (台)

	普通車		合計
	足利→太田	太田→足利	
30km/h未満	8	5	13
30～35	26	14	40
35～40	26	19	45
40～45	20	15	35
45～50	7	5	12
50km/h以上	4	2	6
合計	91	60	151
平均速度km/h	37.90	38.30	38.10
標準偏差km/h	7.19	5.60	6.61

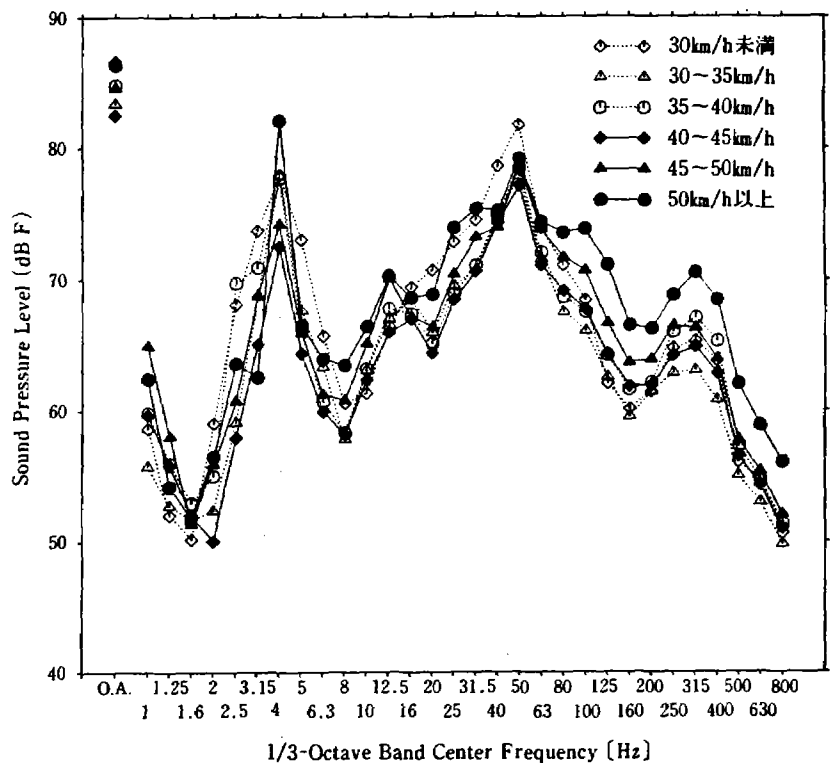


図-4 路面改修後における普通車の速度別周波数分析結果 (床版直下騒音)

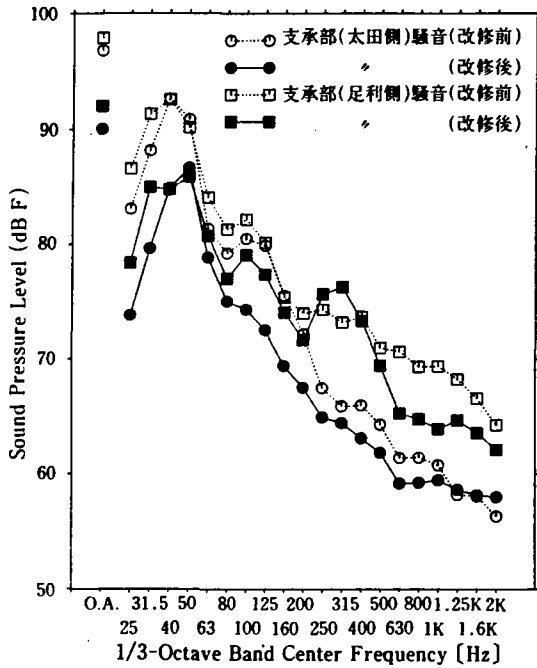


図-5 足利・太田側両支承部騒音の路面改修前後の周波数分析結果の比較

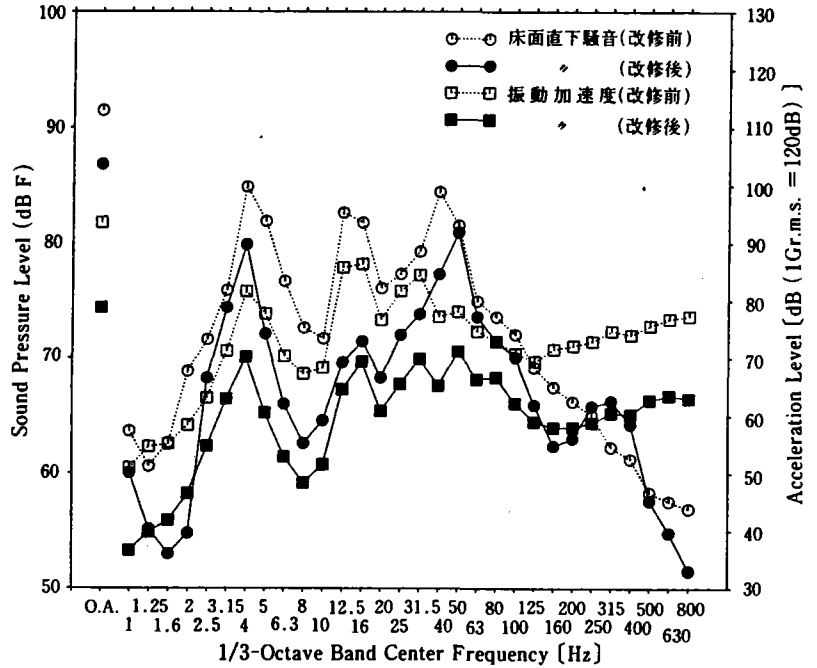


図-6 床版直下騒音と振動加速度の路面改修前後の周波数分析結果の比較

8 Hz～20Hz の周波数領域の騒音や振動は、路面の凹凸に起因するものであったためと考えられる。また、4 Hz のピークは葉鹿橋の曲げ振動の固有一次振動数に一致しているため、レベルが余り低下しなかったと考えられる。さらに、315Hz 付近で改修前よりレベルが増加しているのは、アスファルトを床版コンクリート路面に直接オーバーレイしたため、写真-4、写真-6 に示すように、足利側支承部のジョイントの段差が改修前より拡大し、車両通過の際の衝撃が大きくなったことによると考えられる。

4. まとめ

以上の考察から、路面の凹凸は、橋梁の騒音や振動に大きな影響をもち、それを是正する路面改修工事は、かなりの騒音・振動低減効果をもつことがわかった。

したがって、橋梁管理者は、路面のメンテナンスを日頃より十分に行う必要があると考えられる。

謝 辞

本研究は、平成2年3月に本学を卒業した大和久正志君、金子英道君の協力を得て、鋼橋技術研究会より委託された「橋梁の振動および発生音の解析に関する研究(その2)」の一環として行ったものである。

ここに記して厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 宮木康幸, 藤島博英:
“葉鹿橋と鹿島橋の騒音・振動特性に関する研究”
足利工業大学研究集録, No. 16, pp. 105~112, 1990
- 2) 日本工業標準調査会審議:
“騒音レベル測定方法 JIS Z8731 (-1983)”
日本規格協会, 1983

葉鹿橋・曲弦ワーレントラス部の騒音・振動特性

足利工業大学 正員 ○藤島博英
足利工業大学 正員 宮木康幸

1. はじめに

橋梁から発生する騒音は、交通騒音の中でもそのレベルが高いたけでなく、「低周波空気振動」の問題も含んでおり、重要な問題の一つである。また、橋梁は様々な形式や材料から成りその騒音・振動特性は異なっている。そこで、我々は実橋を対象として騒音・振動を測定し、橋梁の構造の違いによる騒音・振動特性を定量的に把握することを目的とする研究を行っている。¹⁾²⁾

本研究報告は、曲弦ワーレントラス橋の騒音・振動特性に関するものである。

2. 測定および分析方法

(1)測定対象 渡良瀬川に架かる葉鹿橋は、単純鋼橋部と曲弦ワーレントラス部から成っており、また、そのトラス部は床版主桁本数が3本(スパン54.50m)と4本(スパン52.54m)と異なる形式から成っている。本研究では、この2種類のトラス部を測定対象とした。(図-1、2参照)

(2)測定方法 橋梁各部から発生する騒音と加速度を同時に測定することを原則とし、図-1、2に示すとおり、低周波音レベル計(図中に●で示す)をスパン中央床版直下、普通騒音計(○)を支承部に設置し、加速度計(▲)を支承部、スパン1/4、スパン中央の床版地覆部に設置した。低周波音レベル計と普通騒音計の周波数特性は、フラットな特性を用いた。また、車両通過時刻と騒音・振動の対応を明らかにするために、光電スイッチ(△)をスパン中央部の車道両端(地覆部)に設置し、これらを同時に約15分間測定し、カセットデータレコーダに記録した。さらに、通過車両を記録するため、橋梁側方より8mmビデオカメラで撮影し、後に進行方向・車種(4t以上:大型車、4t未満:普通車、その他)を分類し、速度を算定した。

(3)分析方法 騒音と振動の分析は、1/3オクターブ分析によるものとし、カセットデータレコーダより1/3オクターブ分析器を介して、各中心周波数バンドごとに、光電スイッチのデータと共にその騒音・振動加速度レベル波形を高速グラフィックレコーダに時定数0.1秒(速い動特性)で出力した。次に、光電スイッチのデータを利用し、車両通過時刻ごとにそのレベルを目視により読み取った。さらに、これらの読み取り値は、パソコンにすべて入力し、プロッタを用いて出力した。

3. 分析結果とその考察

橋梁の騒音や振動は、通過車両の進行方向・車種・速度の影響を受けることが考えられる。そこで、騒音や振動を通過車両の進行方向・車種・速度で分類し、その影響について分析を行った。まず、通過台数の最も多い普通車について、速度別の比較を行った。両トラス部とも支承部騒音については、500Hz以上の周波数領域において速度と正の相関を示しており、他の測点については、速度と負の相関を示しているものの全体としては、系統的なものでなく速度による影響は余り見られなかった。次に、車両の進行方向

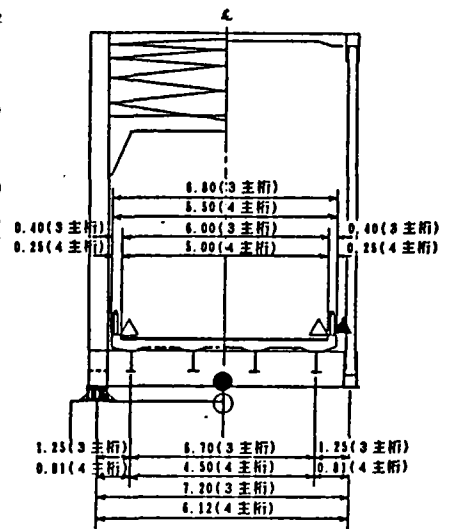


図-1 断面図及び測点

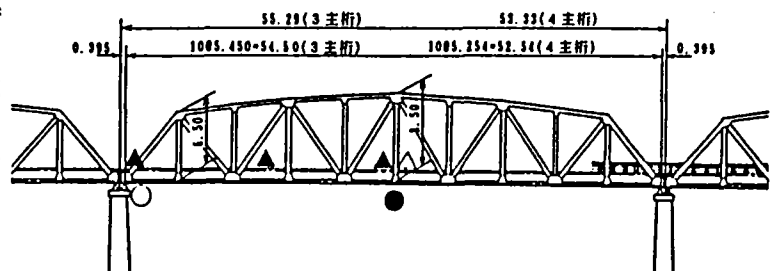


図-2 側面図及び測点

別の比較を行った結果、すべての測点において、その影響は見られなかった。さらに、車種による比較では、普通車よりも大型車の騒音・振動レベルが大きいものの同じようなスペクトルを示す事がわかった。

以上のことから、この橋梁の騒音・振動の代表値としては、通過車両の進行方向・速度・車種によって分類せず、全通過車両を対象としたパワー平均を用い、その騒音・振動特性を検討する事にした。

図-3に葉鹿橋の3主桁曲弦ワーレントラス部、図-4に4主桁曲弦ワーレントラス部の騒音・振動加速度の1/3オクターブ周波数分析結果を示す。これらより、次のようなことがわかった。

①床版直下騒音は、ほぼ同様なスペクトルを示し、3主桁の場合3.15Hz、10Hz、31.5Hz、4主桁の場合4Hz、10Hz、50Hzと3つの卓越周波数が見られが、そのレベルは鋼板桁橋で見られるほどには¹⁾²⁾大きくない。これは、板桁橋に比べてトラス橋は複雑な振動モードを有しているためだと考えられる。

②支承部騒音は、4主桁の場合、床版直下騒音とほぼ同じスペクトルを示しているが、3主桁では、100Hz以上の周波数領域で床版直下騒音とは大きく異なる。これは、3主桁トラス部のジョイント部に大きな段差があるため、大きな衝撃音が発生した事が考えられる。

③スパン中央及びスパン1/4の振動加速度は、3、4主桁とも40Hz以上の周波数領域ではほとんど同じスペクトルを示し、特に4主桁の場合、スペクトル全体がほとんど同じである。しかし、40Hz以下の領域で、かなり異なってくる。また、支承部の振動加速度は、3、4主桁ともスペクトルの傾向は似ているものの、3主桁の方がレベルが大きい。これらは、主桁本数の違い、支承が3主桁の場合可動式に対して、4主桁は固定式であること、ジョイントの段差の違いなどの影響が考えられる。

④3主桁曲弦ワーレントラス部を“平面トラス”にモデル化し、その固有振動数及び振動モードを解析した結果、1次:3.5Hz、2次:8Hz、3次:12.5Hzとなり、ほぼ実測による振動の卓越周波数と一致している。しかし、6.3Hzにおいて振動と騒音との対応がとれていない。これは、局所的な振動の影響ではないかと思われる。

【参考文献】

- 1)宮木康幸,藤島博英:「道路橋騒音の評価に関する一考察」,第16回関東支部概要集,pp.270~271,1989
- 2)藤島博英,宮木康幸:「葉鹿橋における路面改修の騒音・振動低減効果」,第17回関東支部概要集,1990

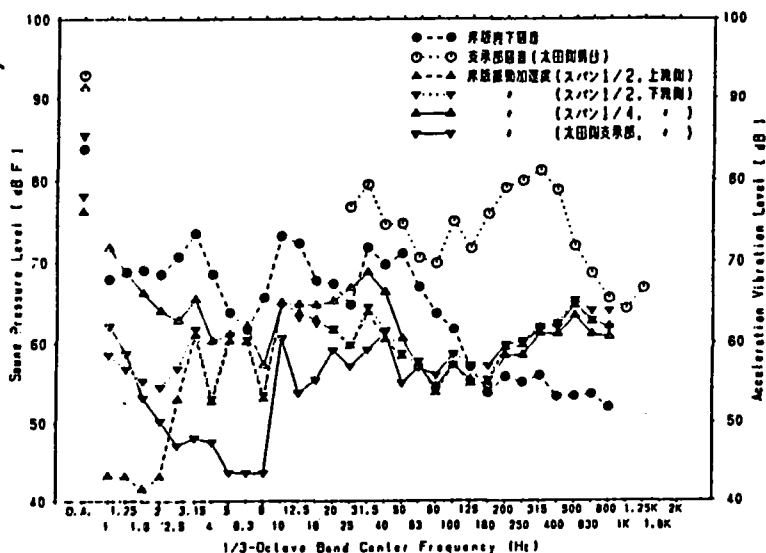


図-3 3主桁曲弦ワーレントラス部の周波数分析結果

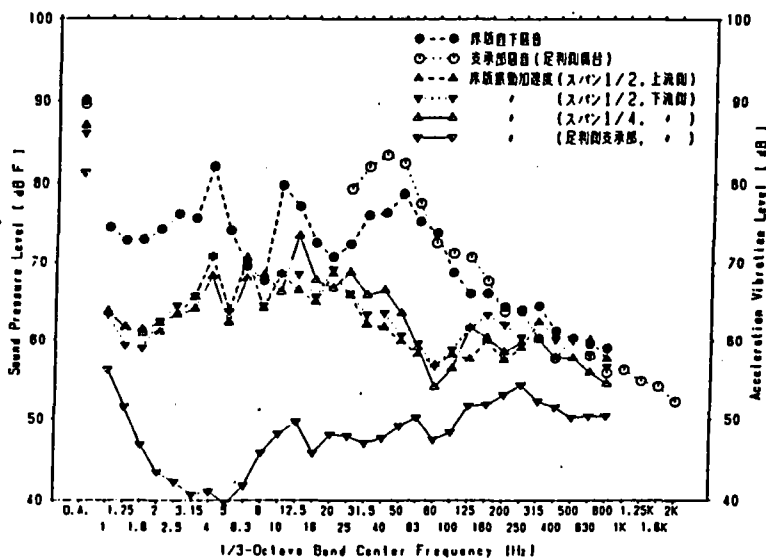


図-4 4主桁曲弦ワーレントラス部の周波数分析結果