

…平成6年度助成研究より…

車両走行時に放射される道路橋低周波音の 実測と防振・防音対策

山梨大学工学部

助教 工学博士 杉山 俊 幸

1. はじめに

車両通過時に道路橋振動から放射される低周波音による騒音問題は、昭和50年代の初めに、中央自動車道に建設された葛野川橋（山梨県大月市）や阿知川橋（長野県阿知村）の周辺住民から種々の苦情が寄せられたのを契機に、新しいタイプの道路橋公害として社会問題化した¹⁾²⁾。日本道路公団試験所は、上記両橋に対して詳細な調査研究³⁾を実施するとともに、東名高速道路、中央自動車道の供用中の48橋についての実測・分析⁴⁾、供用前の数橋に対する各種の実験研究⁵⁾等によって、道路橋の低周波音による騒音問題の解明に先駆的な役割を果たし、数々の貴重な資料を公表した。

しかしながら、現場実測による測定結果は、風や地面反射・地形の影響、伸縮装置部の段差や路面凹凸の程度など、確定し難い要因の影響も受けるため、実測のみに頼る研究では問題の完全解明には自ずから限界がある。そのため、理論解析面からのアプローチも様々な角度からなされている。著者らも、車両-橋梁連成系の動的応答解析を実施し、橋梁支間長・車両走行速度・車両重量・伸縮装置部の段差等の諸要因が橋梁振動から放射される低周波音の基本特性に及ぼす影響を定量的に検討し、低周波音公害の大きな発生要因の1つが伸縮装置部の段差であることを明らかにしてきている⁶⁾。ただしこの解析では、比較的単純なモデルを用いているため、その妥当性を検証する必要が生じてきた。

本研究では、理論解析で用いたモデルの妥当性を、中央自動車道に架かる幾つかの橋梁での実測結果と比較することにより検討することを目的としている。

2. 低周波音の分類

低周波音は、図1に示す音圧レベルのスペクトル図において、2つの限界値曲線によって区切られる領域に対応して4種類に分類される⁶⁾。

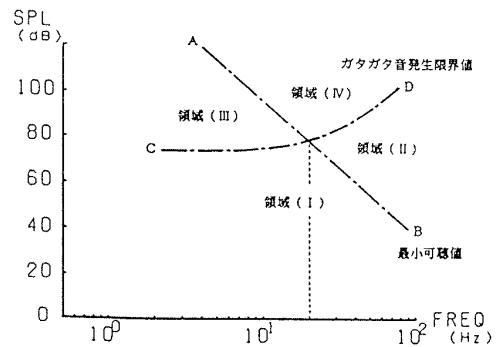


図1 低周波音の分類

低周波音の最小可聴値にはかなりの個人差があり、必ずしも一義的には定められないので、その平均値を用いて描いたのが図中の線A Bである。これより低い音圧レベルの低周波音は多くの人にとって直接的には知覚されないことになる。一方、線C Dは戸・障子・窓ガラス等の建具類がガタツキ始める最小の音圧レベルを示している。これら低周波音の最小可聴値とガタガタ音発生限界値線は、ほぼ20Hz付近で交差する。

4つの領域ごとの低周波音の特性は、それぞれ次のようである。

領域(I)：戸・障子・窓ガラス等がガタガタ鳴ることもなく、どんな低周波音も感知されない。すなわち、低周波音による公害は発生しない。

領域(II)：戸・障子・窓ガラス等がガタガタ鳴ることはないが、低周波音が何らかのかたちで感知され、生理的な苦痛を感じることが多い。低周波音公害をもたらす代表的なタイプの1つである。

領域(III)：低周波音自体は直接的に知覚されないことが多いが、戸・障子・窓ガラスなどがガタガタ鳴るといった物理的な現象によって間接的に知覚される。

領域(IV)：戸・障子・窓ガラス等の建具類がガタガタ鳴る一方で、低周波であっても音圧レベルが高いため「音」として感知される場合が多く、低周波音公害としてかなり厳しい状況に曝される。

3. 解析モデルと解析結果の一例

解析に用いた車両-橋梁連成系モデルを示したのが図2である。車両モデルとしては、2軸4自由度モデルを、橋梁モデルとしては、単純支持の等断面鋼桁橋を用いている。車両モデルとしては、通常1軸2自由度モデルが用いられ

るが、ここでは、橋梁端部の段差によって通過車両に惹起されるピッチング運動が橋桁の振動、ひいては放射音特性に少なからず影響を及ぼすと予想されたため、2軸4自由度モデルを用いた。

図3は、重量20tonfの車両が時速80km/hで支間長40mの橋梁上を通過した場合の橋面中央30m上空の点での音圧レベルのスペクトルを、橋梁端部の段差をパラメータとして描いた図である。これより、橋梁端部に段差がない場合には、音圧レベルのスペクトルはほぼ領域(I)に属し、低周波音公害がほとんど発生しないこと、1~3cmの段差がある場合には、スペクトルのピークがいずれも領域(III)に現れて低周波音公害が発生すること、等がわかる。なお、領域(II)にもスペクトルが入っているが、音圧レベルが低いので生理的な苦痛を感じるには至らないと考えられる。

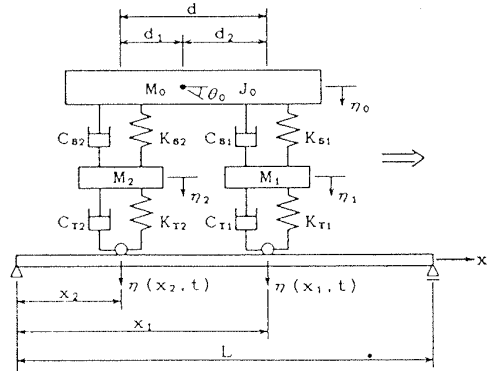


図2 車両-橋梁連成系のモデル化

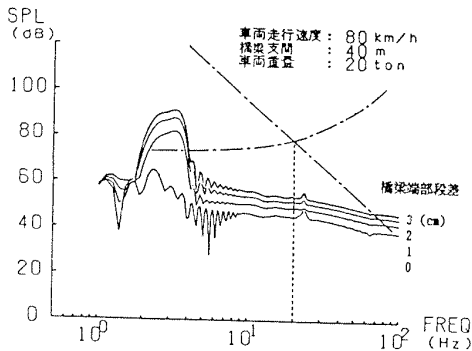


図3 橋梁端部の段差が低周波音特性に及ぼす影響

4. 実測結果の一例

平成6年度の研究助成金で購入した騒音計を使用して山梨県内の中央自動車道に架かる橋梁の下で測定した音圧レベルの時刻歴の一例を示したのが図4である。本格的に実測する前の段階でのデータであるため絶対的な音圧レベルの値は不明であるが、値が大きくなっていると

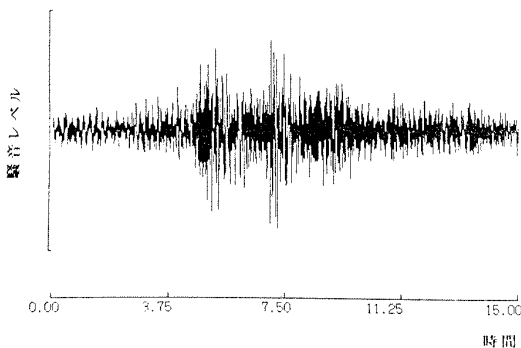


図4 騒音レベルの実測結果の一例

る（時刻が4秒、7秒付近）は、大型トレーラーが橋梁の伸縮装置部を通過した直後の音圧レベルである。橋梁が連続桁形式で伸縮装置が設置されていない場合にはこのような変化が見られないことから、橋梁端部（伸縮装置部）の段差の有無が低周波音の発生に及ぼす影響が大きいことを実測結果からも証明できるものと予想している。

5. おわりに（雑感）

平成6年11月下旬から12月、平成7年1月にかけて、山梨県内にある中央自動車道に架かる幾つかの橋梁で、車両走行による橋桁の振動とこれに伴って放射される低周波音を実測する予定で、現在、対象とする橋梁と測定箇所（主桁のどこにゲージを貼るか、騒音計のマイクロホンは桁からどれだけの距離に置くか等）を検討中である。できるだけ寒くなる前に実測を……と考えてはいたものの、修士論文や卒業論文の学生にそれなりの知識と機器操作のテクニックを修得してもらってから実施するとなると、どうしてもこの寒い時期になってしまう。部外者が橋梁の振動や騒音等を測定することに躊躇を感じるであろう日本道路公団の許可を得ることも大変であるが、それ以上に、「非常に厳しい」と言われている甲府盆地の寒さに耐えることの方が大変であるような気もしている。いずれにせよ今回の実測で、低周波音公害の防止対策を検討する上で有用となる測定結果が得られることを切に願っている。

最後になりましたが、本研究に対して御助成下さったサウンド技術振興財団に深謝申し上げます。

参考文献

- 1) 西脇他：中央高速道路葛野川橋の超低周波騒音現象、日本音響学会論文集（1976.5）。
- 2) 北村他：低周波空気振動問題について、日本道路公団試験所報告（昭和50年度）、pp.324-344（1976.12）。
- 3) 小川他：橋梁振動に伴う低周波空気振動に関する試験研究、日本道路公団試験所報告（昭和51年度）、pp.234-252（1977.12）、同（その2）、pp.259-278（1978.12）、同（その3）、pp.194-201（1979.12）。
- 4) 山家他：低周波空気振動に関する調査—音圧実態調査及び家屋に対する影響—、日本道路公団試験所報告（昭和51年度）、pp.311-323（1977.12）。
- 5) 深沢、杉田他：車両走行時に道路橋から放射される低周波音の基本特性、構造工学論文集 Vol.37A、pp.945-956（1991.3）。
- 6) 時田：低周波音の計測と評価の問題点、文部省科研費環境科学シンポジウム、騒音振動の評価手法、pp.147-161（1981.1）。

