

I-305

車両走行時の道路橋振動から放射される低周波騒音特性に関する研究

山梨県土木部 正会員 小林 一仁
山梨大学工学部 正会員 深沢 泰晴
山梨大学工学部 正会員 杉山 俊幸

1. はじめに

車両の平滑走行、あるいは伸縮装置上の段差における衝撃による道路橋の振動から放射される低周波音が、橋下の民家の戸、障子をガタガタと鳴らし心理的な不安感や、頭痛、不眠、耳なり等の生理的な苦痛をあたえるなど、橋梁公害として社会問題化している場合がある。そのような事情を顧慮して、本研究では、高速道路などの高架橋梁上を重車両が高速で通過する際に惹起される橋梁振動とそこから放射される低周波音を解析し、それらの特性を明らかにしようとするものである。

2. 車両走行による道路橋の動的応答

橋梁振動のメカニズムを調べるために、大型自動車を前輪と後輪相互の振動位相差によって生じるピッチング振動が考慮できる4自由度系モデル¹⁾とし、その大型自動車モデルが道路橋を通過するときの平滑走行に伴う動的応答解析を行う。また、低周波音の発生原因として伸縮継手の段差における衝撃の影響が考えられる。そこで段差における衝撃の影響も考慮するために、段差 h をパラメータとして変えたときに発生する衝撃によって桁の動的応答がどう変化するかを求める。なお、数値計算法として本研究ではルンゲ・クッタ・ギル法を用い、計算においての単純桁橋の諸元および自動車の諸元は、建設省土木構造物標準設計数値表より概算された値である。

3. 放射音の音圧レベル

3.1 はりの音響出力

車両走行時の桁の振動から放射される低周波音を対象にして、任意の受音点における音圧レベルを解析する手順を図1に示す。

3.2 低周波音の分類

低周波音を分類すると次のようになる。図2～4に書き込まれている線ABは低周波音の最小可聴限界であり、線CDは窓等のガタつきはじまる最小レベルである。AB、CDの線は20Hz付近で交差し、これらの線によって次の(1)～(4)の4つの領域に分類される⁴⁾。

領域(1)は低周波音公害として特別問題は起こらない。領域(2)はモータがまわっているような低い音が聞こえ、頭に何かがかぶさっている感じを受け、生理的訴えがでる。領域(3)は低周波音そのものは知覚されないが、窓等がガタガタ鳴るなど、間接的に知覚され聞こえないのに苦情がでる。領域(4)は低周波音公害としてはげしい状況である。

4. 計算結果および考察

この低周波騒音分類と先ほど導いた音圧レベルとの対応を調べる。図2は受音点から桁への距離 $d=40$ m地点の通過時の音圧レベルを示したものである。支間長は50mのときのものである。最も卓越している周波数は2.0Hzであり、これは橋の1次固有振動数と一致する。卓越周波数では、速度が増すごとに音

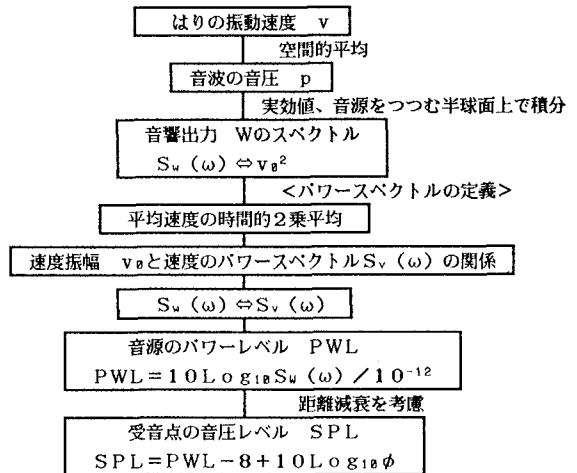


図1 解析の手順

圧レベルも大きくなり、時速60 kmと時速100 kmでは約8 dBの差がある。20 Hz付近での音圧レベルは低周波音公害として最も厳しい領域(4)に属しているのがわかる。また、領域(3)にも多く属していることから、窓ガラスや戸などをガタガタと鳴らす2次的な騒音が問題となる可能性がある。

また、伸縮継手部の段差における衝撃の影響は、初期条件として進入時の車両に変位を与えて計算した。図3は支間長が50 m、時速80 kmの段差 h を1 cm~3 cmまで変化させたときの音圧レベルを表す。平滑走行では卓越周波数は橋の1次固有振動数の1つであったが、伸縮継手の段差があると車両のばね上固有振動数である3 Hz付近にも卓越部分が現れる。また、段差が高くなるにつれて卓越周波数での低周波音圧レベルは高くなっている。また、段差がない場合には卓越周波数において領域(4)に属することはなかったが、段差があると領域(4)に含まれてくる。また、20 Hz付近でも領域(4)に属していることから、はっきりした音の感覚を生じ、低周波音公害として大きな社会問題となりかねない。

次に、図4は支間長が30 mで段差を変化させたときの音圧レベルである。支間長が50 mのときには、卓越周波数が橋の1次固有振動数と車両のばね上固有振動数の2つ現れたが、30 mの場合には橋の1次固有振動数が3.39 Hzと車両のばね上固有振動数に近いため、この2つが重なり、このように大きくなったものと考えらる。

図5は卓越周波数の低周波音圧レベルと伸縮継手の段差および支間長との関係をプロットしたものである。支間30 mの橋の卓越周波数が最も大きくなり、段差がない場合と比べると、段差が3 cmで約21 dBもの差がでることを示している。したがって、橋の固有振動数が車両のばね上固有振動数に近い場合には、橋の剛性または単位長さ当りの重量を変えるかして、車両のばね上固有振動数とずらす必要がある。橋の1次固有振動数とばね上固有振動数が離れている場合には、10~15 dB程度の差がある。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所: 橋梁の設計動荷重に関する試験調査報告書(VIII-1985), 土木研究所資料第2258号
- 2) Wallace C.E.: J. Acoust. Amer., Vol. 51 No. 3 (1972) p. 946~952
- 3) 齊藤保夫 他: 構造部材振動による音響放射, 三菱重工技報, Vol. 15 No. 1 (1978.1)
- 4) 山田伸志: 超低周波音と低周波音, 環境技術研究会

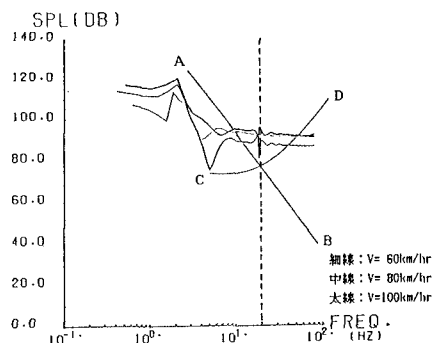


図2 走行速度と音圧レベル ($d=40\text{ m}$, $L=50\text{ m}$)

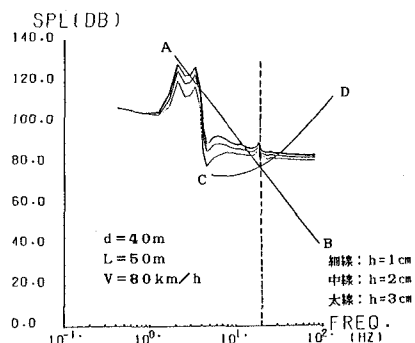


図3 段差と音圧レベルの関係(その1)

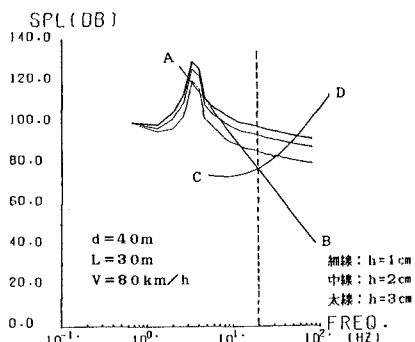


図4 段差と音圧レベルの関係(その2)

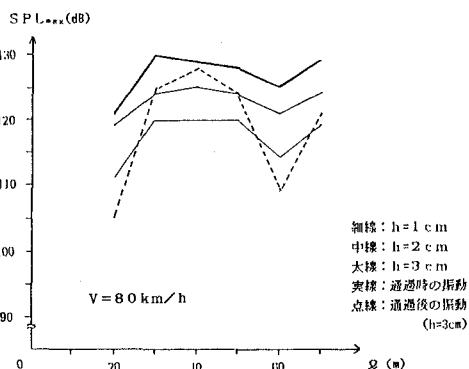


図5 卓越周波数の音圧レベルと段差・スパン長の関係