

I - B227 二主桁合理化橋の低周波空気振動発振特性

北見工業大学 正員 山崎 智之 島田建設㈱ 正員 斉藤隆行
 島田建設㈱ 村田 陽一 北見工業大学 正員 三上修一
 北見工業大学 フェロー 大島 俊之

1. まえがき

近年橋梁はメンテナンスフリー、長寿命化によるトータルコストの低減を目指すため構造物の部材数を減らし合理化を図ろうとしている。そのため従来の多主桁橋から2主桁合理化橋への設計方法が検討されている。それに伴い従来橋と2主桁橋では振動特性が異なることから、低周波振動による環境問題も検討する必要があると考えられる。低周波振動とは100Hz以下の人間の耳にほとんど聞こえない音のことであり、窓ガラスをガタガタと振動させたり、人体へも著しい影響を与えることがわかっている(図1)。

本研究では橋梁から発生する低周波振動の発振特性を検討するため、帯板要素法による振動解析プログラムを用いて2主桁合理化橋梁の低周波パワースペクトル解析を行った。解析に用いた橋梁の断面は2主桁橋である「ホロナイ川橋」の断面を基準とした仮想モデルとし¹⁾、2主桁橋と3主桁橋の比較、鋼桁橋の制振対策である桁にコンクリートを巻き立てるサンドイッチ工法の低周波振動低減効果、横桁取り付け位置による比較などについて検討を行った。

2. 低周波振動解析

音響工学において「橋体表面の振動速度が、空気振動の粒子速度に等しい」という仮定から、実橋の音圧レベルを予想するに当たり橋体の動きを知ることが重要である。床版、床組などの変位、速度を求め音圧レベルを評価するため動的基本式および空気振動評価式を用いて単純なモデルによる数値計算を行った²⁾。床版や床組のモデルは帯板要素法を用い、床版、床組の剛性を平均化して換算板厚を有する等方性板として取り扱った。また構造物の振動性状を求める際には、減衰による影響が少ないため、これを無視した。

解析に用いた2主桁橋(ホロナイ橋)の主な諸元は、形式：鋼2径間連続2主桁橋、橋長：107m、支間：53.0m+53.0m、有効幅員：10mである。図2は床版および床組を帯板要素法により6個の帯板要素に分割したときの断面モデルである。括弧付きの数字が要素番号で丸印の数字が節点番号を表している。3主桁モデルは桁断面を2主桁モデルにおける桁の断面2次モーメントに合わせるような桁断面とした。制震対策桁としては鋼桁をコンクリートで挟むようなサンドイッチ工法をイメージしてモデル化し、コンクリート厚を10cm及び20cmとしたものを解析した。これらのモデルの解析では20tfの荷重を移動速度80Km/hで節点3に作用させ、床版から発生する音圧だけを考慮した。次に横桁取り付けモデルは取り付け位置を主桁の上・中・下段とするため、床版下面から取り付ける位置までの距離を750、1500、2250mmとした3パターンについて計算を行った。このモデルの解析では荷重を12.5tfとし移動速度80Km/hで節点3に作用させた。また音圧は床版及び主桁から発生することを考慮した。

2主桁橋、低周波振動、環境問題

〒090 北見市公園町165番地 北見工業大学 TEL 0157-26-9485 FAX 0157-23-9408

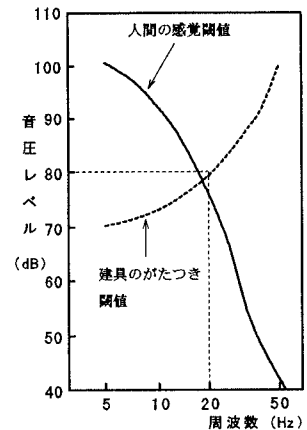


図1 低周波音が家屋や人体に与える影響の閾値

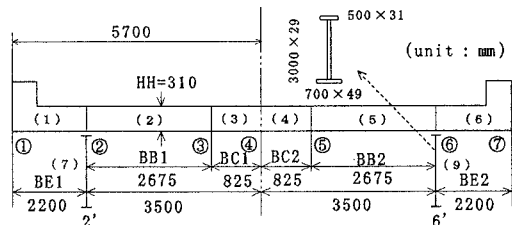


図2 ホロナイ橋断面モデル

3. 解析結果

図3(a)～(c)は2主桁モデル(ホロナイ橋)、3主桁モデルおよび制震対策桁モデルの音圧パワースペクトルである。本研究では低周波振動を問題としているので100Hz以上の周波数帯は無視して考えると、2主桁モデルと3主桁モデルを比較した場合、2主桁モデルの方が全体的に音圧レベルが約10dB程度高くなっている。制震対策桁(コンクリート厚10cm)は全体的な音圧レベルは3主桁モデルと同程度で、2主桁モデルより音圧レベルが低減されていることがわかる。またコンクリート厚を20cmとしたモデルの計算も行ったが10cmの場合とほぼ同じ傾向であり、厚さを増した効果は見られなかった。

図3(d)、(e)は横桁取り付け位置が主桁上段及び下段の場合の音圧パワースペクトルである。上段と中段では音圧レベルの違いはほとんど見られないが、下段に取り付けた場合は上・中段より約10～15dB程度高くなっている。これは変位、速度の計算結果においてもその傾向が現れており、横桁を主桁下段に取り付けたことにより主桁上部の拘束が弱まり主桁面外変位および床版変位が大きくなったためと考えられる。

4. まとめ

本研究では2主桁合理化橋の低周波振動発振特性について検討を行ったが、2主桁モデルは従来形式の多主桁モデルより床版各部の変位、速度が大きく、低周波数帯の音圧レベルが10dB程度高くなるという結果が得られた。2主桁合理化橋は橋梁建設においてトータルコストの軽減などから今後需要が増えると考えられるが、以上のようなことから低周波振動における音圧レベルが高くなることが予想され、人間の居住環境に悪影響を及ぼすことが懸念される。2主桁橋の建設においてはこのような観点からの対策も必要と考えられる。また本研究の解析では床版及び床組断面を変えず主桁のみ変えて行っているため、実際の設計断面に沿ったモデル化を行う必要があり、さらに実験結果と比較し現実に合うようなプログラムに改良していく必要がある。

最後に本研究を行うに当たり北海道開発局の塩田久朗氏には多大な御協力をいただき深く謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 橋、吉岡、他4名：P C床版2主桁橋「ホロナイ川橋」の載荷実験；土木学会第51回年次学術講演会概要集、第I部(A)、pp682-683、1996.9
- 2) 大島、三上、能町、森：走行荷重による単純トラス橋の動的応答と低周波空気振動発振、北見工業大学研究報告第13巻、2号、1982.3
- 3) 徳永、讃岐、江上、西村：主桁間隔の広い2主桁橋の防振工事、橋梁と基礎、Vol.30, No.11, 1996.11

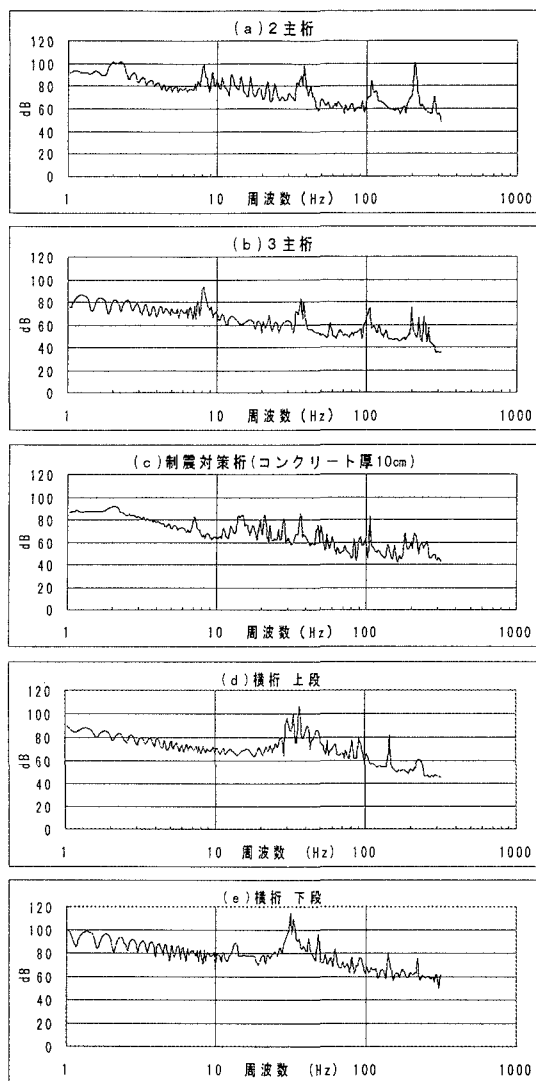


図3 音圧パワースペクトル図