

建設省 土木研究所 正員 足立義雄
 大阪工業大学 正員 岡村宏一
 東洋技研コンサルタント 正員 島田 功

1. まえがき：走行荷重によって橋梁から発生する低周波空気振動の問題が、環境問題の1つとして注目されており、今後、土木構造の固有の問題として、さらに研究されるべき課題であろう。この種の振動問題を検討するためには、音響制御的な観点に立った発振体としての道路橋床版の振動、および空気振動への変換の機構を探究しなければならない。たとえ、橋梁床版の振動については、橋梁の伸縮継手から誘発される振動が問題になる場合もあり¹⁾、従来の解析例に見られる、単純支持のような簡単な条件の導入が許されず、また、床版と結合している骨組構造の補剛条件が十分に考慮されねばならない。筆者は、すでに、合成桁橋、PC・T桁橋、上路トラス橋の3橋について、特に低周波域における発振体としての鉄筋コンクリートスラブの振動性状を報告した²⁾。すなわち、上述のような伸縮継手の沈下、床版と桁組の有機的関連、また、トラス橋については主構部のせん断変形などを考慮した立体解析によって床版の固有振動モードを詳細に求め、モデルアナリシスによって、走行車両による床版の低周波域における振動応答を解析し、実測値との比較もおこなった。また、発振源から放射される空気振動の問題については、発振源表面の法線方向の振動速度が、表面での垂直方向の空気の流れ速度に等しいとする境界条件のもとで、波動方程式を差分法を用いて解く手法と、若干の検討結果を示した³⁾。ここでは、これらの成果を踏まえ、発振体としての道路橋床版の振動と空気振動の関係について解析した結果を報告する。

2. 解析結果と考察：解析の対象とした橋梁は、図-1に示す、PC・T桁橋と上路トラス橋の2橋で、橋梁振動の対称減衰率は、それぞれ0.05、0.1とした。空気振動は、床版振動と連成させ、波動方程式を解いて得られるが、空気振動解析のための差分ネットは図のとおりである。なお、

車両の走行速度は50km/hである。図-2は、PC・T桁橋の着目点①の加速度応答と、着目点②の圧力応答を示したものである。図-3には、対応する点の応答の実測値を示した。図-4は、上路トラス橋の場合の進入側、および支間中央の各着目点における応答結果を示したものである。図-5、6は、上述の応答波形の周波数分析結果で、サンプリング区間は、後輪が着目点上を通過する前後にとった0.5秒間である。図-7、8は、PC・T桁橋の各着目点に対する周波数分析結果の時間変化（走行車両の位置に対応）を、解析値と実測値について示したものである。上路トラス橋の場合のものは、図-9に示した。

これらの結果より、スパンの短い、PC・T桁橋では、振動加速度も音圧も、基本振動数のところで卓越していることがわかる。一方、上路トラス橋では、車両が伸縮継手を通過する際、衝撃的な振動加速度波形が発生し、特に伸縮継手側で大きくなる。音圧にも、その影響があらわれるが、伸縮継手部

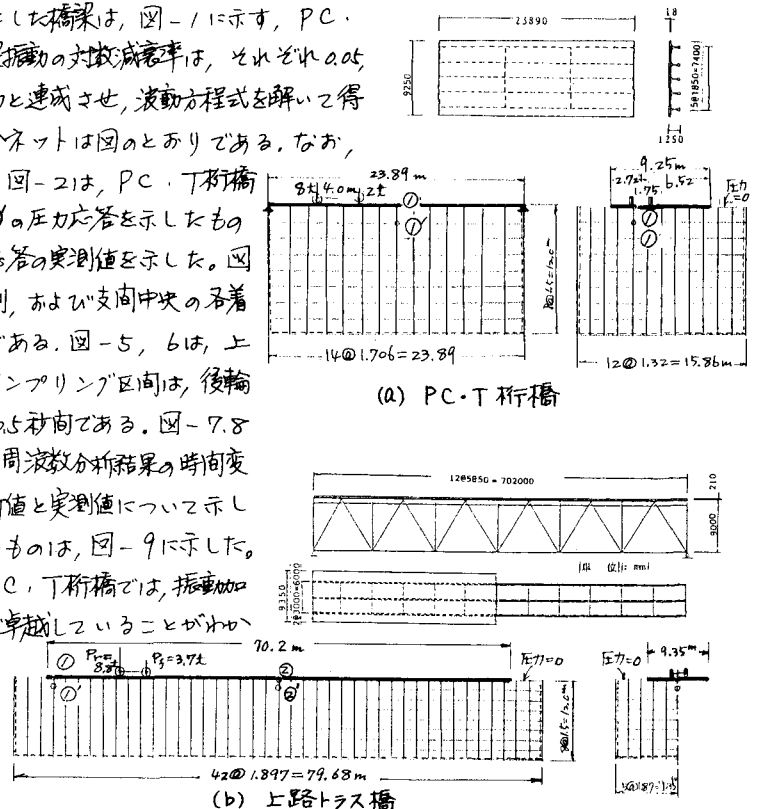


図-1 対象とした橋梁と空気振動解析の差分ネット

も支間中央も、ほぼ同じ大きさである。また、周波数分析結果によると、音圧レベルの卓越周波数は、振動加速度的それより高くなる傾向にある。なお、周波数分析は、最大エントロピー法(MEM)⁴⁾によった。ところで、実際の空気振動では、その伝播において地面による反射や減衰もみられ、今後、そのような影響も、実測値との対比などにより検討して行きたい。

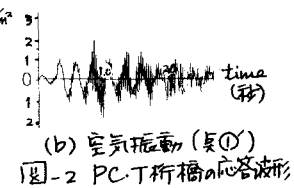
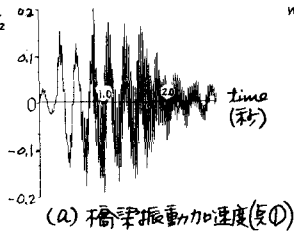


図-2 PC-T桁橋の応答波形

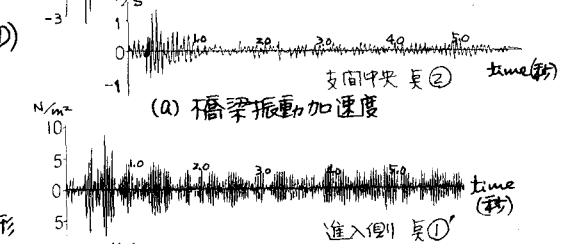
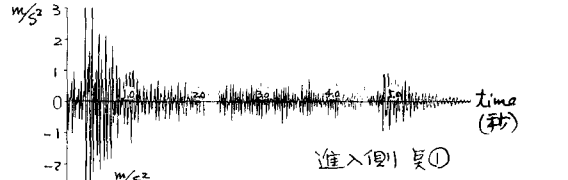


図-3 PC-T桁橋の応答波形

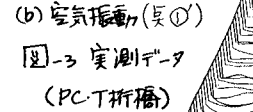
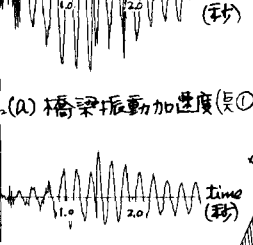
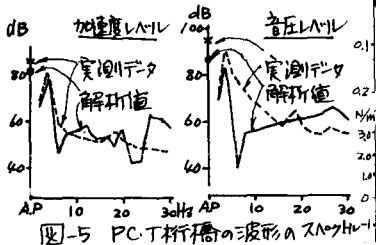


図-5 実測データ(PC-T桁橋)

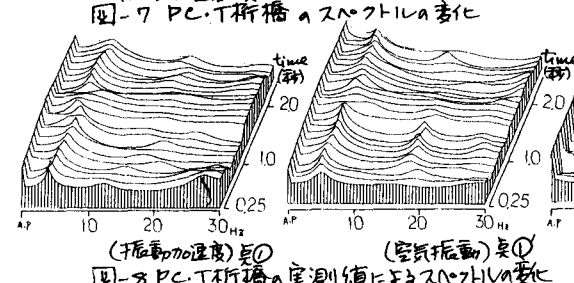
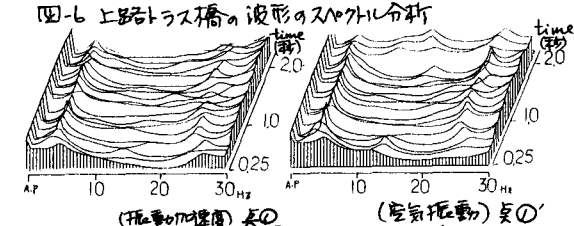
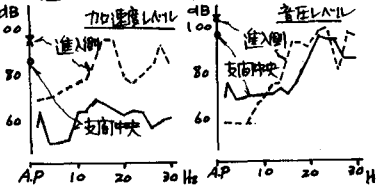


図-8 PC-T桁橋の実測値によるスペクトルの変化

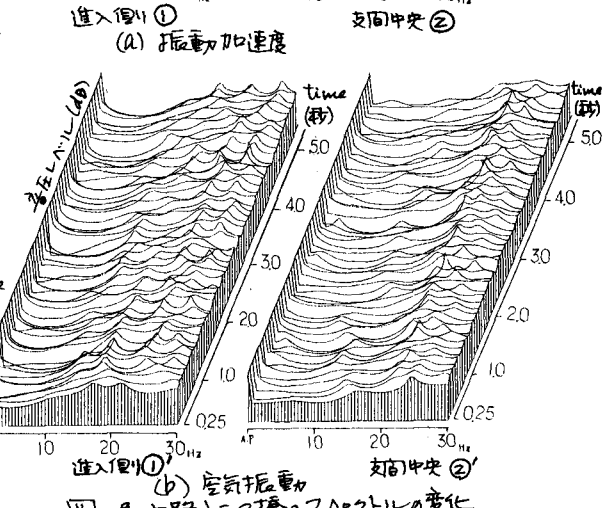
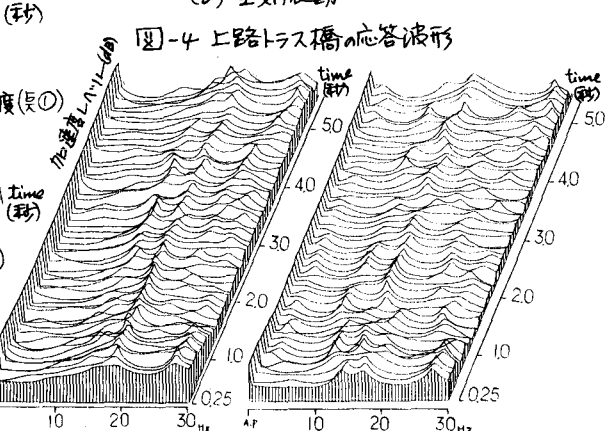


図-9 上路トラス橋のスペクトルの変化

- 1) Kaneyasu, K., Y. Adachi, M. Koyasu and S. Shimizu: Investigation on the radiation of low frequency sound from highway bridge, Inter-noise 81, Amsterdam, Holland, pp.321-324 (1981).
- 2) 足立 岡村, 島田: 道路橋梁版の低周波域における振動性状について, 土木学会論文報告集, 330号, pp.37-48 (1983).
- 3) 足立 岡村, 島田: 波動方程式による空気振動の数値解析, 第35回年次学術講演会概要I-256 (1980).
- 4) 日野幹雄: スペクトル解析, 朝倉書店 (1979).