

建設省工務研究所 正員 ○足立義雄
大阪工業大学 正員 岡村 一

1. まえがき：近年環境保全の意味から騒音振動問題が大きくクローズアップされ、高速自動車国道の橋梁においては、車両通行にともない低周波空気振動と称される振動公害が発生するという報告も見られる。この振動公害を解決するためには、その発生源、伝搬などのメカニズムを的確に把握し、現象を解明する必要があるが、この伝搬していく空気の流れは橋梁床版の振動に対応すると考えられる¹⁾。しかし、道路橋の振動と音圧放射の実際について必ずしも十分に解明されていない。本報告では、橋梁構造を、床版と桁組との合成構造として、構造要素間の有機的関連を忠実に評価し、走行荷重による床版の動的応答に対応した音圧放射を解析した。すなわち、床版表面が空気振動の発生源と考えられ、床版のたわみ速度を与えられた場合床版(固体)表面での垂直な方向の空気粒子の擾乱速度は床版のたわみ速度に等しいとする境界条件のもとで、波動方程式を解き決定される。波動方程式の数値解析にはしばしば差分法が用いられるが、二重でも差分法を用い振動床版から放射される空気振動の伝搬を追跡した²⁾。

本報告で対象とした構造は、図-1に示す上路トラス橋である。ところで、上路橋では、端部を車両が通過する際、荷重は図-2に示す端部桁を通して端部構構に伝達され、端部構構は鉛直バネのような構造となる。したがって、本構造の振動解析には、トラス主構部の垂直材を図-3に示す鉛直バネを含む構造にモデル化し、床版の沈下変形を考慮した。なお、本解析では、主構部をせん断変形を考慮した等価変形能を有するはりモデルに置換(桁組を移す構造)とした。表-1に主構部の等価断面定数を与えた。

2. 橋梁振動解析結果：図-4に床版の振動モードを示した。基本振動数の実験値によると2.5 Hzである。10 Hz以上のモードでは、床版端部に沈下変形があらわれており、後述の端部で高い音圧レベルとなる原因と思われる。

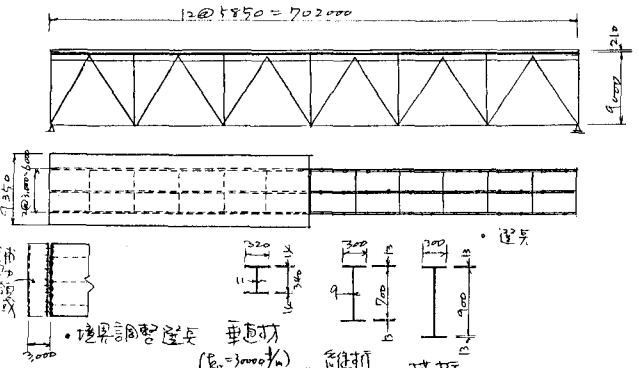


図-1 発振源と12の橋梁モデル

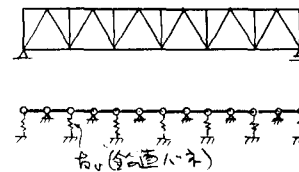


図-3 垂直材のモデル化

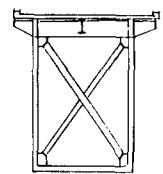


図-2 端部構構

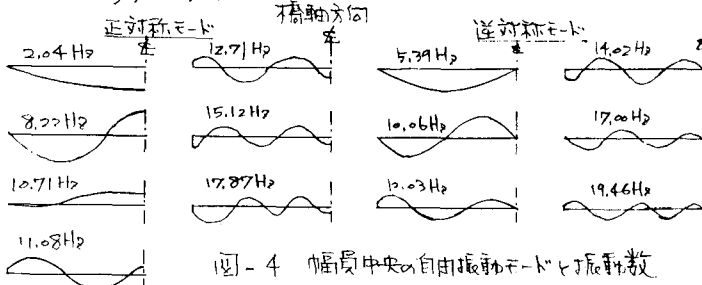


図-4 幅員中央の自由振動モードと振動数

表-1 等価断面定数

EI (t・m ²)	25 x 10 ⁷
GJ (t)	1.23 x 10 ⁵
A (m ²)	0.066
e (m)	3.91
質量 (t/m)	1.12

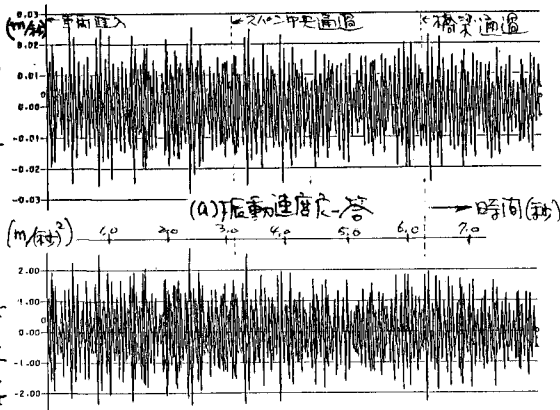
GJ: せん断剛性係数
e: 主重心位置から床版面へ

1) 足立：低周波空気振動の知見，土木技術資料，Vol. 22, No. 1, 昭和55.1

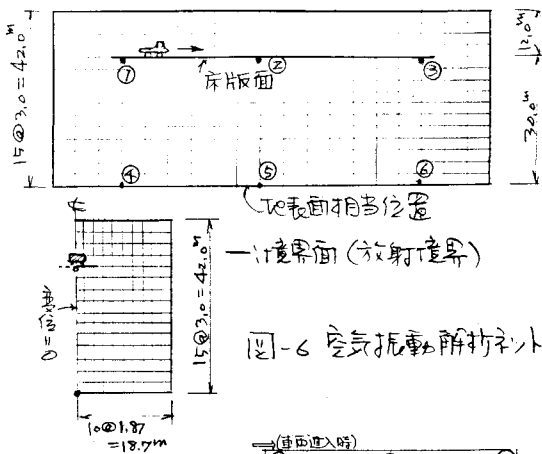
2) 岡村，足立，島田：波動方程式による空気振動の数値解析，第24回年次学術講演会概要Ⅰ，昭和55.9

図-5には走行車両による振動応答結果を示した。なお、減衰係数 $\gamma=0.1$ 、車両重量 25 ト(前輪 3.5 ト、後輪 9.0 ト)速度 $=40$ km/hrの場合である。

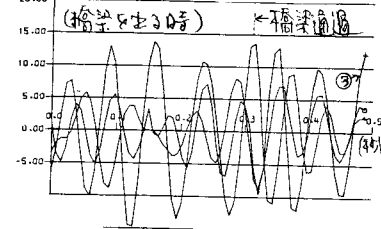
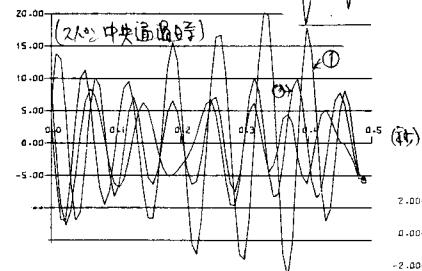
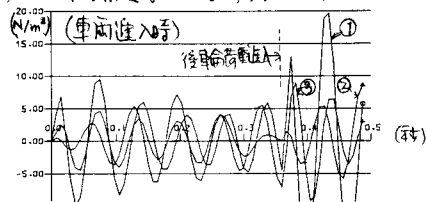
3. 空気振動解析結果：図-6に3次元空気振動の解析に用いた差分ネットを示す。図-7は、橋梁振動に伴う空気振動の音圧履歴を主要点について示したもので、車両進入(後輪進入)によって床版面の端部で発生していることがわかる。また、車両が橋梁を跨る場合も端部の音圧が高くなる。振動数は床版面で約 16 Hz、床版下 30 mの位置で約 20 Hzとなる。なお、これらの結果は、地表面等の障害物を考慮していない。図-8は音圧分布(車両進入時、スパン中央通過時、橋梁を跨る時の各段階での5秒間の実効値)を示したもので、床版面では、スパン中央より端部の音圧レベルが高いことがわかる。また、地表面で波動が完全反射すると仮定した結果も併記したが、このような障害物により、音圧レベルが相当高められるようである。実測結果では、スパン中央走行時の床版下 1 mでの音圧は 100 dBであった。なお、周波数分析等により床版振動との関係を目下検討中であるが、これらの結果については講演時に発表の予定である。



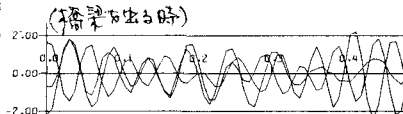
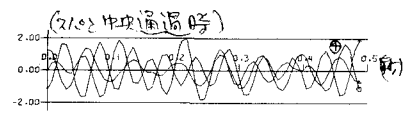
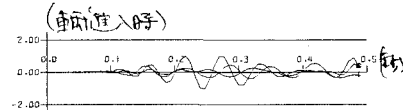
(a) 振動速度応答 (スパン中央)
図-5 橋梁の振動応答 (床版端部)
 $18 \times 5.85 = 105.3$ m



(a) 床版面
→ 境界面 (放射境界)
図-6 空気振動解析ネット



(a) 床版面



(b) 床版下30m

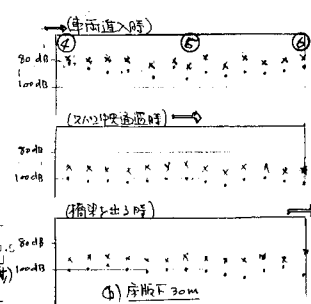
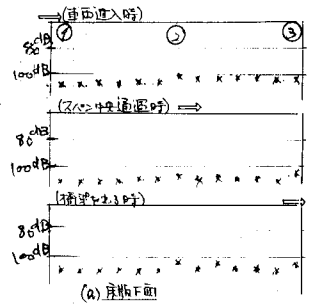


図-8 音圧分布

図-7 主要点の音圧履歴