

I-365 橋梁振動による低周波音の軽減に関する基礎実験

桜田機械工業（株） 正 小森 武
 石川島播磨重工業（株）正 白石 捷夫
 群馬 高 専 正 原 公
 日本大学工学部 正 五郎丸英博

1. はじめに 橋梁より発生する低周波音は、大型車両が橋梁上を通過する際に生じる橋梁振動によって発生することが多くの研究報告によって明らかにされている。したがって、この低周波音は、橋梁の制振を図ることによって軽減できるものと考えられる。

本研究は、市販の軟質ウレタンフォームと拘束質量体、樹脂系の制振材と拘束質量体を用いて比較的容易に製作することができる制振器（以下各々をダンパー及び拘束型制振材という）を合成桁橋の1/10の模型橋に取り付け、その制振効果を確認しながら音響放射の軽減について実験的に検討したものである。

2. 実験概要 実験は、相似則を考慮して製作した模型橋で行った。相似則は、模型橋床版については個体音の伝播において、桁については断面2次モーメントにおいて各々実橋との相似を保つように断面寸法を決定した。模型橋の寸法は、スパン 2.45m、床版幅 0.754m、床版厚 0.016mで、I形の4本主桁を有しており、床版はモルタルで、主桁は鋼板で製作した。ダンパーは、軟質ウレタンフォームと拘束質量体として鋼板を組み合わせるによって得られるバネ・マス系の一種の動吸振器である。このダンパーはウレタンフォームと鋼板の使用量を加減することによって、制振を対象とする周波数に調整することができる。使用したダンパーの寸法は、ウレタンフォーム厚50mm、鋼板厚 3.2mm、長さ 817mm、幅 168mmで、床版裏面の主桁間に合計9個取り付けた。拘束型制振材は振動体に貼りつけることによって、振動減衰材の伸び縮み及びずれによってエネルギーを吸収し、減衰効果を得るもので、その効果を表わす量として損失係数が用いられている。ここでは、KERWINの式より得られた損失係数と模型橋の重量比の関係から、減衰材を 3mmとして鋼板は1, 2, 3.2 mmの場合と、減衰材が 9mmで鋼板が 1mmの4種類を製作した。そして、この拘束型制振材は床版裏面の全面に各々貼り付けた。実験は、先ず模型橋の固有振動数を把握するために、模型橋の支間中央を 1~200Hz まで掃引法で加振し伝達関数を測定した。次に、ダンパー（制振対象周波数は24.4Hz）と拘束型制振材を取り付けた状態で、支間中央部は定常加振し、床版端部は衝撃加振実験を行った。また、支間中央部の定常加振時に放射音圧パターンの測定実験を行った。

3. 結果と考察 Fig.1 にはダンパーの有無による伝達関数の測定結果を示してある。ダンパーの無い場合には 24.4, 72.8, 118.6, 178.2Hzで卓越し、ダンパーを有することにより卓越周波数は、20.6, 28.2, 63.8, 161.6Hzに変化する。特に 24.4Hzの卓越周波数においては、ダンパーを取り付けることによりピークが 20.6と28.6Hzの左右に分かれ、振幅が54%程減少した。Fig.2 には、支間中央を24.4Hzで定常加振した時のダンパーの有無による床版振動加速度波形と、1/3 オクターブバンドスペクトルの結果を比較して示してある。床版振動加速度レベルは17.0dB減少し、この時の放射音のレベルは14.6dB減少しており、振動、放射音いづれについても制振効果が認められた。

Fig.3 には衝撃加振実験時の床版振動加速度波形と1/3 オクターブバンドスペクトルの結果を示してある。

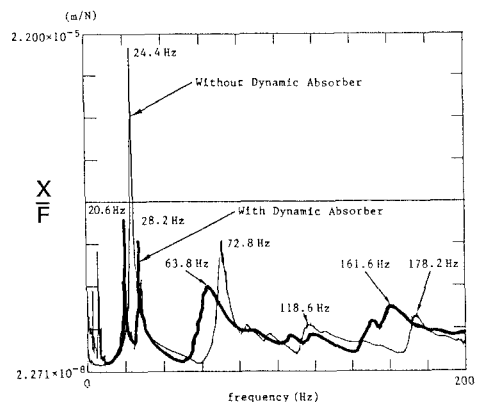


Fig.1 Transfer function of 1/10 scale model bridge.

(a)は自由支持側、(b)は固定支持側の結果である。衝撃力は、両支持側とも16.4Nである。ダンパーを取り付けることにより振動加速度波形の最大値は減少している。振動の1/3オクターブバンドレベルは、全般的に固定支持側においてレベルの低下があり、放射音は、63Hz以降の高い周波数でレベルの低下が認められた。

Fig.4 にはダンパーの有無による放射音圧パターンを示す。音圧レベルは支間中央を基準値とした相対音圧で整理した。破線がダンパーを取り付けた場合で、実線がダンパー無しの場合である。ダンパー無しの場合は、1次モード、2次モードとも模型橋の固有モードに対応した音圧パターンを示している。ダンパーを有した場合は、1次モード、2次モードともレベルは低下し、1次モードは模型橋の1次振動モードとよく対応しているが、2次モードでは多少模型橋の振動モードと異なり、全般的にレベルの低下が認められた。

拘束型制振材の結果は定常加振よりも衝撃加振においてその制振と減音効果が認められた。また、定常加振の場合は、制振効果は損失係数の大小に依存せず、厚さ比（減衰材の厚さ／拘束板の厚さ）に依存した結果となった。

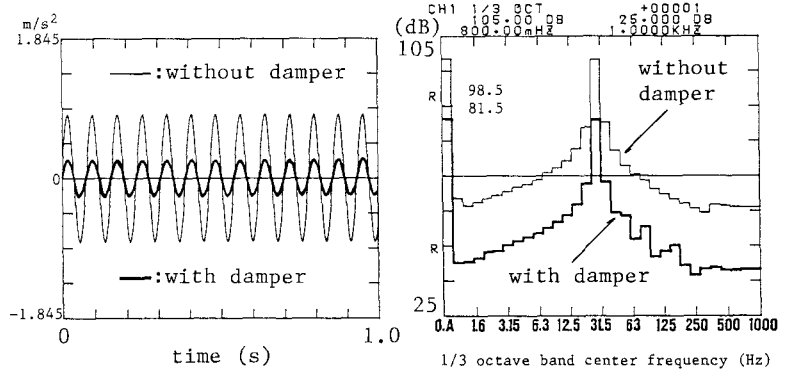
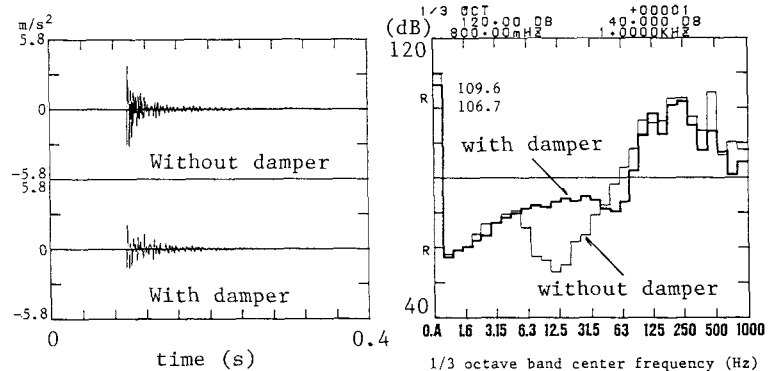
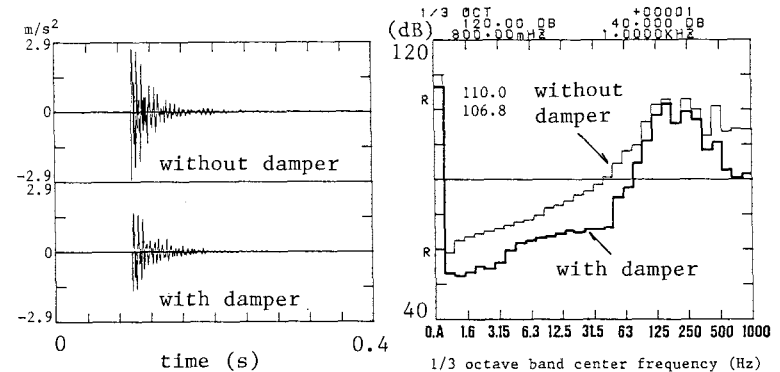


Fig.2 Acceleration wave forms and 1/3 octave band spectra by stationary excitation. (f=24.4)



(a) Free



(b) Fix

Fig.3 Acceleration wave forms and 1/3 octave band spectra by impulsive excitation.

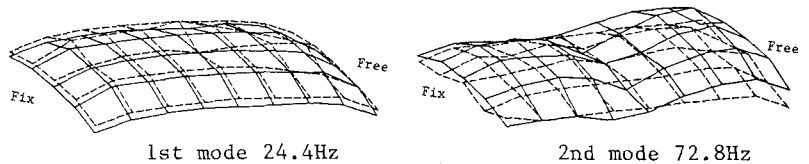


Fig.4 Sound pressure pattern.