

大阪大学工学部 正会員 川谷 充郎

大阪大学大学院

学生員 ○三輪 宜弘

大阪大学工学部

学生員 三谷 貴

1. まえがき 近年、道路橋の交通振動制御が注目されるようになってきた。この交通振動は非定常不規則振動であり、アクティブ制御が有効であると考えられるが、筆者らは装置が小型化できることによりハイブリッド制御を行ってきた^{1),2)}。ハイブリッド制御では、TMD としての機能が非定常な挙動に対して必ずしも有効に働かないとも考えられる。さらに、近年の AC サーボモーターの性能向上による小型化ともあいまって、新たにアクティブ制振装置を試作する。模型車走行による強制振動実験を行い、中央走行時および偏心走行時の制振効果を比較する。

2. 振動制御装置概要 本装置の制振機構は変位制御サーボモータ式重錘直線駆動となっており、橋桁に加速度センサーを取付け、制振質量の変位を橋桁に追従させる位置サーボ系を構成する。さらに、高次の共振モードでの自励発振の対策のためフィルターを使用する。フィルターによる位相遅れを補正するため、速度の直角成分である変位成分を加算し、変位指令信号を $X_0 (X_0 = k_d Z + k_v \dot{Z})$ としている。本アクティブ型制振装置の基本仕様を Table 1 に掲げる。制振質量は、13.62kgf まで 12 段階に可変であり、これまでのハイブリッド制振装置の場合と同じ 3kg、設定最大値である 13kg、これらの中間値である 8kg とする。

Table 1 Properties of active control system

Control mass (kg)	1.380~13.620
Displacement of control mass (mm)	$\pm 50 (\sim 2\text{Hz})$ $\pm 20 (2 \sim 5\text{Hz})$

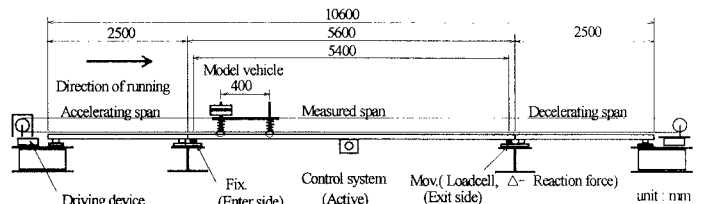


Fig.1 General view of experiment

3. 桁橋模型実験概要 **3.1 桁** Fig.1 のように単純支持桁を 3 径間設け、それぞれ加速径間、測定径間、減速径間とする。制振装置は支間中央の車両走行位置の下に設置する。模型桁の構造諸元を Table 2 に掲げる。路面凹凸に関しては、阪神高速道路梅田入路橋における実測路面凹凸データを 1/2 の高さにし、それを相似させる。

Table 2 Structural properties of model girder

Span length	5.4 (m)
Cross sectional area	74.67 (cm ²)
Moment of inertia of area	115.39 (cm ⁴)
Weight per unit length	58.62(kgf/m)
Weight of control system	11.25 (kgf)
Weight of attachment parts	15.8 (kgf)
Additional mass	126.4 (kgf)
First bending frequency	2.572 (Hz)
First torsional frequency	5.089 (Hz)

3.2 車両 総重量 $w_v = 23.4\text{kgf}$, 28.4kgf で固有振動数を約 3Hz とする。模型車の振動特性を Table 3 に掲げる。走行速度は、2.80~4.56m/s の範囲で変化させる。

Table 3 Structural properties of model vehicle

Total weight (kgf)	23.4	28.4
front axle	6.9	6.9
rear axle	16.5	21.5
Spring constant (kgf/cm)		
front axle	0.99	1.02
rear axle	2.67	3.65
Natural frequency (Hz)	3.12	3.10
Logarithmic decrement	0.56	0.31

3.3 測定項目 支間中央の桁加速度（制振装置内および橋軸直角方向右端）、桁変位（橋軸直角方向中央および右端）、車両退出側の支点反力（橋軸直角方向左端および右端）。

4. 制振効果 **4.1 RMS（動的成分の偏差に関する 2 乗平均値）** (1) 中央走行, (2) 偏心走行として、変位と支点反力の RMS を Fig.2 に示す。Fig.2 より中

中央走行, 偏心走行共に, 車両重量の増加に伴い変位応答が大きくなり, また走行速度 4.12m/s 付近で最も大きくなる傾向にある。支点反力については, 変位よりも制振効果の悪いことがわかる。

4.2 非制御時に対する制御時の応答の2乗平均値の比

(1) 中央走行, (2) 偏心走行として (a) 制振質量 13kg, (b) 同 3kg について制振効果を Fig. 3 に示す。Fig. 3 より中央走行, 偏心走行共に制振効果は制振質量が大きいくほどよくなり, それは偏心走行の場合に顕著である。走行速度が 3.24m/s 付近で最も制振効果が大きくなる傾向がある。また, 走行速度 2.80m/s で制振効果が小さくなるが, 変動の2乗平均の絶対値が小さい場合である。中央走行時より偏心走行時のほうが制振効果が悪い。これは, 偏心走行時のほうが, ねじり振動が表れることにより高周波数成分が含まれるためである。また, Fig. 4 にハイブリッド制御の場合の制振効果を示す。制振質量がほぼ同じ 3kg の Fig. 3 (1) (b) の場合と比較して, アクティブ制御はハイブリッド制御よりも制振効果は高くなる。

参考文献

- 1) 川谷充郎・山田靖則・下野正人・清木計成・森 淳彦: 桁橋の交通振動に対するハイブリッド制御の模型実験, 構造工学論文集, Vol.41.A, pp.683-690, 1995.3.
- 2) 川谷充郎・三輪宜弘: 偏心走行荷重による桁橋の動的応答に対するハイブリッド制御シミュレーション, 平成9年度土木学会関西支部年次学術講演会 講演概要, I-102, 1997.5.

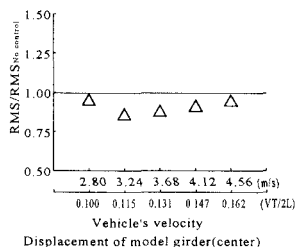


Fig.4 Hybrid control
(Wv=28.4kgf, center moving)

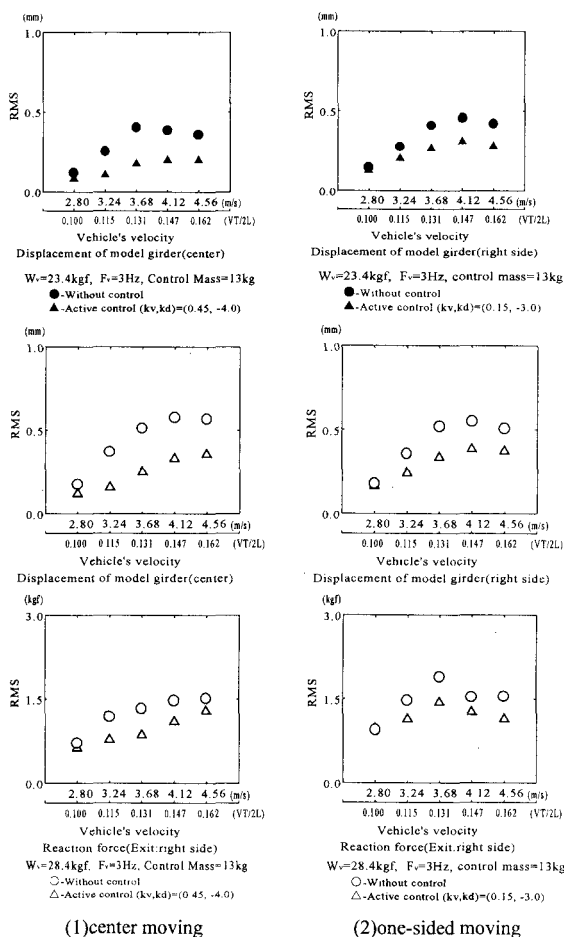


Fig.2 R.M.S. of dynamic response under moving vehicle

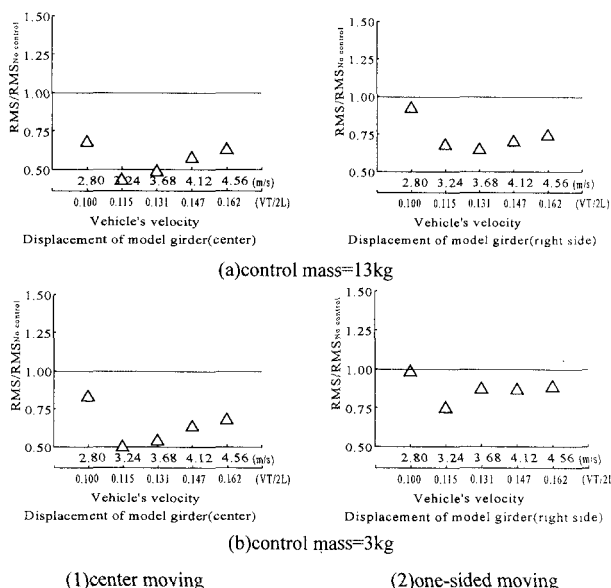


Fig.3 Ratio of r.m.s. under control to r.m.s. without control(Wv=28.4kgf)