

連行荷重載荷時における TMD による振動低減に関する研究

JR 東日本 正会員 ○金田 淳

JR 東日本 正会員 小林 薫

1. はじめに

構造物の振動を抑制する手法の一つとして同調質量ダンパー（Tuned Mass Damper, TMD）を設置する方法が広く用いられている。著者らは桁構造物に TMD を設置した場合の振動低減効果について、TMD の配置位置に着目した実験を行ってきた。これまでに実施した実験では、桁への振動付与に桁中央部付近に設置した起振器を用いてきた。しかし、鉄道構造物においては、桁への振動付与に連行荷重が与える影響が大きい。そこで、桁への振動付与に連行荷重を載荷する方法を用いた実験を行った。本文は連行荷重載荷時における TMD の振動低減効果について実験的に確認した結果を報告するものである。

2. 実験方法

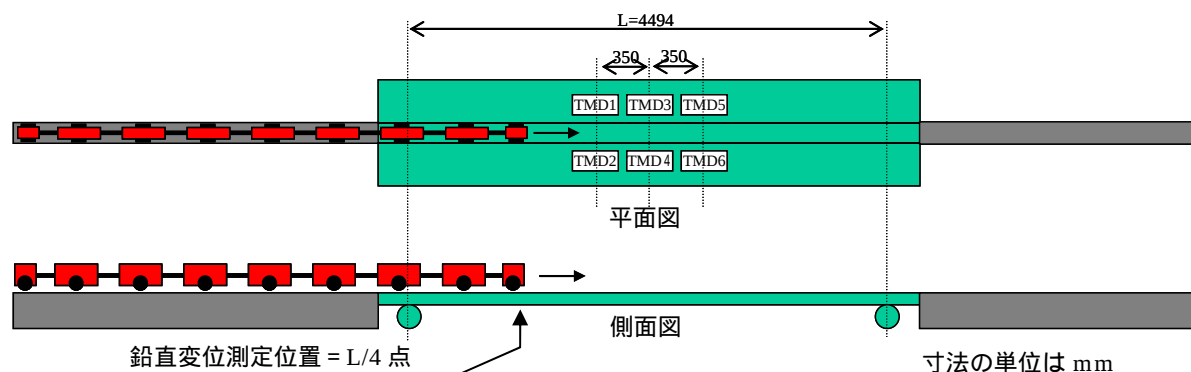


図 - 1 実験装置略図

図-1 に今回の実験に使用した装置の略図を示す。実験装置は振動測定対象である模型桁、模型桁に連行荷重を載荷する走行体、走行体の走行路、走行体を牽引する装置により構成されている。模型桁は固有振動数が 4.0Hz となるように調整している。走行体は図-2 の軸配置のものを使用し、走行体の移動速度は桁上を通過している間は一定となるように制御している。実験のパラメータは走行体の移動速度、TMD の設置位置とし、走行体が移動した場合の桁の鉛直変位について測定を実施した。鉛直変位の測定位置は桁のスパン中央より L/4

だけ走行体の進入側に離れた点とした。TMD は付加質量比が 0.5% と 1% の 2 種類を用意し、それぞれ 4.0Hz の振動に対して効果を発揮するように調整している。TMD の配置、走行体の移動速度を表-1 に示す。

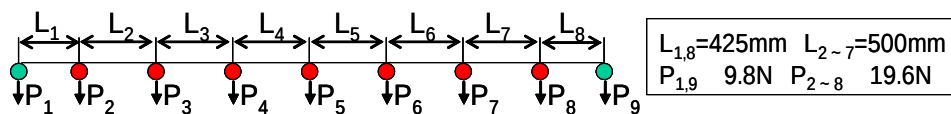


図 - 2 走行体の軸配置

表 - 1 試験パラメータ

実験条件	TMD1	TMD2	TMD3	TMD4	TMD5	TMD6	走行体速度
A	無	無	無	無	無	無	0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 1.9, 2.0, 2.1, 2.25, 2.5 (m/s)
B	無	無	1%	1%	無	無	
C	0.5%	0.5%	無	無	0.5%	0.5%	

3. 実験結果

(1) 振動状況

図-3 ~ 5 に桁鉛直変位の

キーワード 同調質量ダンパー, 連行荷重, 桁たわみ

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-0 JR 東日本研究開発センター フォンティア・ビル 研究所 TEL048-651-2552

時刻歴波形を走行体の移動速度別に示す。走行体の移動速度や TMD の配置の有無によって、周期 0.2~0.3 秒の振動の現れ方が異なることがわかる。また、鉛直変位の最大値はいずれの速度においても、TMD を設置しない条件 A での実験結果が最も大きいことがわかる。図—6 は条件 A の鉛直変位波形の FFT 解析結果を示したものである。図—6 より卓越している振動数は 4 Hz となっていることがわかる。

（２）振動の評価

走行体の移動に伴い発生した振動のうち、振動数 4 Hz 付近の振動の大きさを評価するため、振動評価値として、FFT 解析結果における 3 Hz から 5 Hz の区間の積分値を計算した。図—7 は各走行速度、実験条件ごとの振動評価値を示したものである。TMD を設置していない条件 A の場合の振動評価値は走行体移動速度が 1.0m/s、2.0m/s の時に突出して大きい事がわかる。これは、走行体の車軸による加振周期が桁の固有周期の整数倍となり共振を起こしているためと考えられる。TMD をスパン中央に配置した条件 B の場合、振動評価値は条件 A の評価値を下回っており、連行荷重载荷による場合でも TMD による振動低減効果があることが確認できた。特に速度 2.0m/s の場合の振動評価値は条件 A の 25% 程度となっている。また、TMD を分散して配置した条件 C の場合も振動評価値は条件 B とほぼ同様の値を示している。条件 C の TMD の総付加質量は条件 B と同一で、設置位置は桁のスパン中央からスパン方向に約 0.08L (L:スパン長) 離れた位置となっている。TMD の総付加質量が同一で配置位置の離れがスパン中央より 0.08L 程度であれば、振動低減効果に大きな影響がないことが確認できた。

４．まとめ

桁構造物への連行荷重载荷実験を実施した結果次のことが確認できた。

- （１）連行荷重荷重载荷において加振周期が桁の固有周期の整数倍となった場合、周期が桁の固有周期と同一の振動が発生する。
- （２）前述の振動は TMD を設置することにより低減することができ、振動が最も激しくなる走行体による加振周期と桁の固有周期が一致している場合、TMD を設置した場合の振動は TMD を設置していない場合の概ね 25% に低減される。
- （３）TMD を桁中央部に集中して配置する場合と、桁のスパン中央から 0.08L 程度スパン方向に離れた位置に分散して配置する場合とで、振動低減効果には大きな差は見られない。

参考文献

金田，小林 桁の振動低減効果に及ぼす TMD の配置に関する実験的研究，土木学会年次学術講演概要集，2005.9

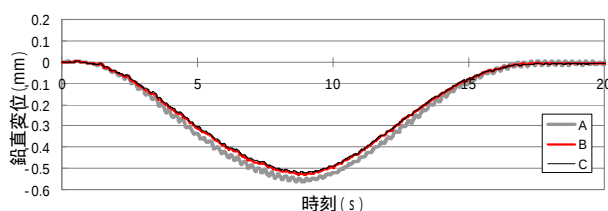


図 - 3 鉛直変位時刻歴（速度 0.5m/s）

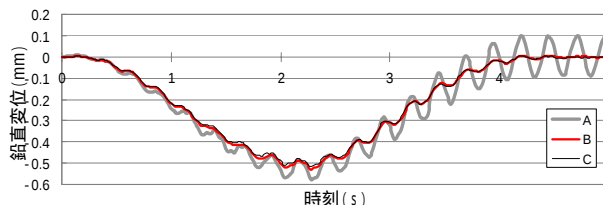


図 - 4 鉛直変位時刻歴（速度 2.0m/s）

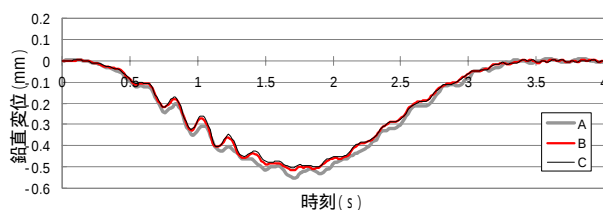


図 - 5 鉛直変位時刻歴（速度 2.5m/s）

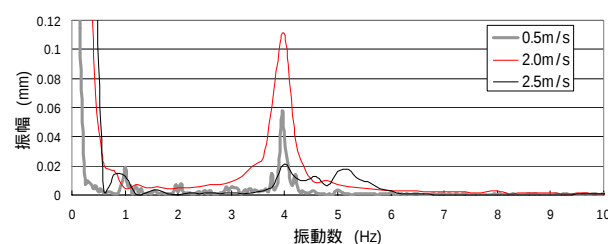


図 - 6 鉛直変位 FFT 解析結果

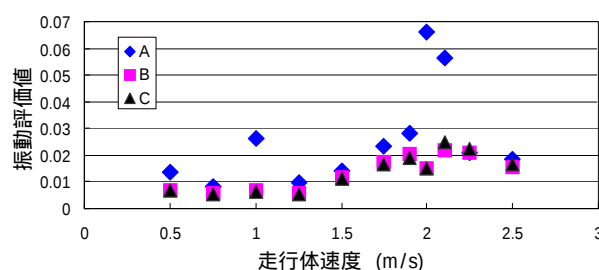


図 - 7 振動評価値