

桁橋の振動特性に関する調査・研究

エス・シー企画株式会社
和歌山工業高等専門学校

正会員 ○山村 猛
正会員 辻原 治

1. はじめに

橋梁を安全かつ合理的に設計することは極めて重要であり、そのためには、橋梁の構造性能を十分に把握することが必要となる。構造性能の一つとして振動特性があり、それらの適格な評価が橋梁の交通振動解析や耐震、耐風設計を行うために必要不可欠である。また、我が国は高度経済成長の時代を終え、これからの安定成長を支えるため、インフラのメンテナンス技術の進歩が重要となり、橋梁の振動特性のモニタリングが構造劣化を評価する一つの方法と考えられる。

長大橋梁については、架設後供用前に起振機を用いた実験が行われる。しかし、中小橋梁については、そのような実験は一般に行われず、その振動特性は十分に解明されていない。したがって、中小橋梁の振動特性の調査・研究によって基礎的なデータの蓄積することは、橋梁のメンテナンスの観点からも重要である。

本研究では、既設の鋼桁橋において、移動車両により加振した橋桁の上下振動の観測を行って、基本振動数と減衰定数を同定し、これと支間および支間幅員比との相関について検討した。

2. 橋梁の起振と振動の測定

橋梁の振動観測は荷重走行法による。一台の乗用自動車(写真-1 参照)を走行させて橋梁を起振する。単に走行させるだけでは起振力が小さいため、厚さ 3 c m の木片を支間中央付近の路面に置き、タイヤがこれに当たるよう自動車を走行させる。そして、支間のほぼ中央に設置した速度計により橋梁の上下振動を 60 秒間計測する。このようにして得られた波形のサンプルを図-1 に示す。計測記録を用いて、つぎに示す手順で基本振動数などを同定した。



写真-1 起振源の自動車

- ① 自由振動と考えられる区間を抽出する。
- ② フーリエ変換を行う。
- ③ ハイパスフィルタとローパスフィルタを設定する。
- ④ フーリエ逆変換を行い、補正波形を得る。
- ⑤ 補正波形から基本振動数などを同定する²⁾。

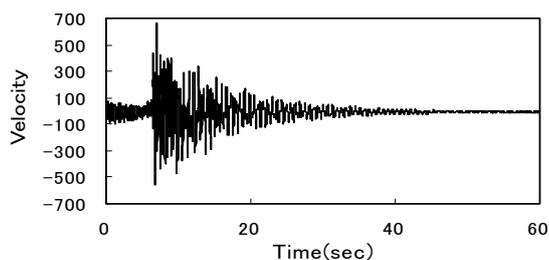


図-1 観測波形の例

3. 同定の結果

40 橋梁 74 径間の鋼桁橋に関して、振動特性（減衰定数、基本振動数）と支間長および支間幅員比との関係を検討した。

また、橋梁台帳により、桁形式が判別できる橋梁に関しては、

それらが振動特性に与える影響を検討した。図-2 と図-3 にそれぞれ支間長と支間幅員比に対する桁の上下振動の基本振動数をプロットしている。図を比較すると、支間長に対する基本振動数の関係の方がばらつきが小さく相関が高いことがわかる。

一方、調査対象の橋梁のうち、橋梁台帳により桁形式が判明した桁について、図-2 および図-3 と同様に、支間長と支間幅員比に対する基本振動数の関係を調べたものをそれぞれ図-4 と図-5 に示す。基本振動数と支間長の関係については、桁形式の影響が見られないのに対して、支間幅員比と基本振動数の関係において、桁形式による違いが顕著に現れている。非合成桁の方が鋼桁の剛性は大きくなり、それに伴って鋼重も大きくなる。そのため、非合成桁の方が全体に基本振動数が小さく現れており、妥当な結果と言える。また、非合成桁は近似曲線まわりでのばらつきが小さい。

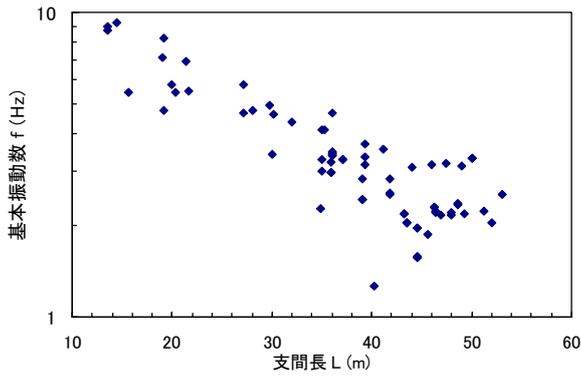


図-2 支間と振動数の関係

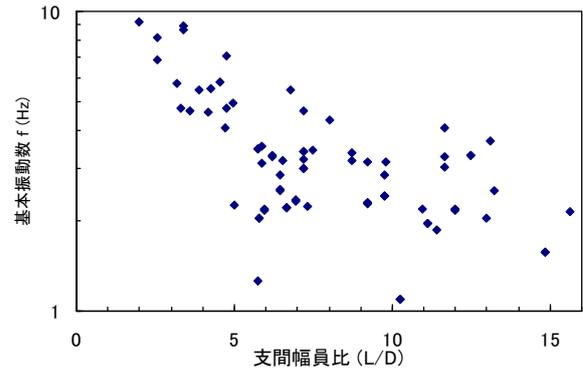


図-3 支間幅員比と振動数の関係

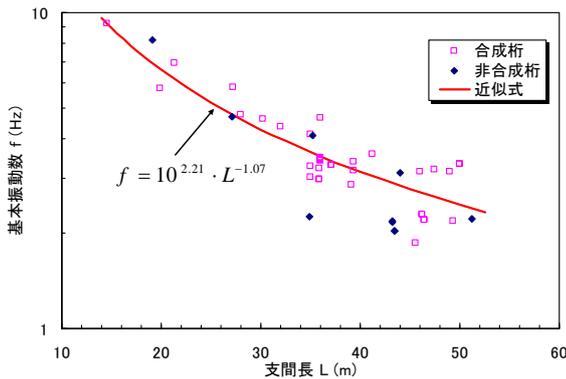


図-4 桁形式別の支間と振動数の関係

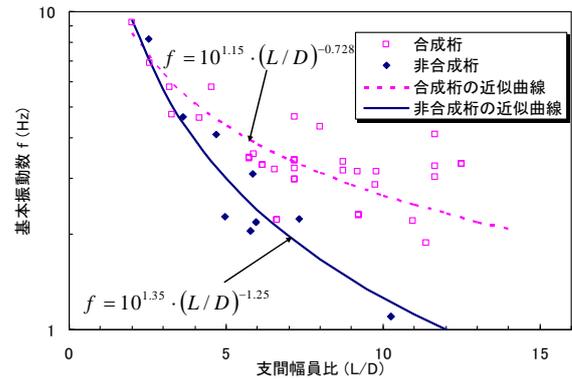


図-5 桁形式別の支間幅員比と振動数の関係

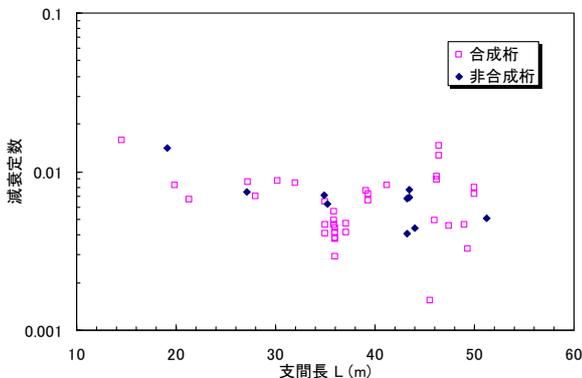


図-6 桁形式別の支間長と減衰定数の関係

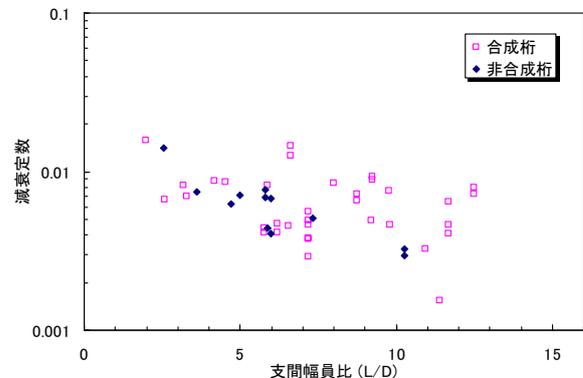


図-7 桁形式別の支間幅員比と減衰定数の関係

桁の固有振動数は、桁の剛性、支間長と重量によって決まるが、支間長との関係だけで評価するよりは、支間幅員比との関係で評価することで、より詳細な検討ができる可能性を示唆するものと考えられる。

図-6 と図-7 は、桁形式が判明した橋梁について、それぞれ支間長および支間幅員比と減衰定数の関係を示すものである。本研究で推定された減衰定数は 0.001~0.02 の範囲であり、従前の調査結果¹⁾と比較して、矛盾はないが若干小さめであった。支間長が 35m 程度または支間幅員比が 6 程度までの桁については、グラフが右下がりの傾向を示している。支間長および支間幅員比が大きくなると、減衰定数のばらつきが大きい。しかし、とくに非合成桁については、支間幅員比との関係がかなり明瞭に現れていると言える。

参考文献：

- 1) 加藤雅史・島田静雄，橋梁実測振動特性の統計解析，土木学会論文報告集，第 311 号，pp.49-58，1981.
- 2) 阪本梨津子他，鋼橋の減衰定数推定に関する基礎的検討，土木学会四国支部第 12 回技術研究発表会講演会概要集，pp.48-49，2006.