

橋梁添架管路の振動計測について

NTT アクセスサービスシステム研究所
NTT アクセスサービスシステム研究所
NTT アクセスサービスシステム研究所

玉井 賀行
深瀬 秋稔
正会員 ○ 中平 伸治

1. はじめに

NTT のケーブルが河川等を横断する際に適用する設備として橋梁添架管路と専用橋がある。そのうち、橋梁添架管路は原則として硬質塩化ビニル管を使用するが、橋梁構造及び環境に応じて鋼管を使用する場合もある。管径は原則として 75mm である。また、添架装置は橋梁の種別、構造、添架管種、条数等により合理的な構造が採用される。図-1 に一般的な橋梁添架設備の構成例を示す。なお、特徴は以下の 3 点である。

- ① 地中に比べて温度変化が大きいので、管の伸縮に対する考慮が必要となる。
- ② 硬質ビニル管を添架する場合には、一般支持点及び特殊支持点が設けられ、特殊支持点では管路が固定される。
- ③ 接続点には温度変化により伸縮が自由にできる様に片側はスリーブ式となっているものがある。

ところで、橋梁添架管路はその構造上、車両の通行等で誘起された橋梁振動により強制振動を始めるため、管路の支持間隔は管の水平移動及び橋梁振動との共振を考慮して決定する必要がある。橋梁の振動については、NTT ではこれまで、橋梁形式に応じて 25 橋 37 スパンに対して計測を実施しており、それによると支間長と固有周波数の関係は反比例し、固有周波数も 2～4Hz 帯に集中している。図-2 及び表-1 に各橋梁形式に対して固有周波数と支間長の関係を示す。

平成 8 年度以降、道路橋示方書改訂に伴ない、表-1 で挙げた形式以外の免震橋梁が増加しているがそれらの橋梁の添架管路の振動特性については不明確であり、早急な検証が必要である。そこで、免震橋梁及び添架管路の振動計測を実施したので報告する。

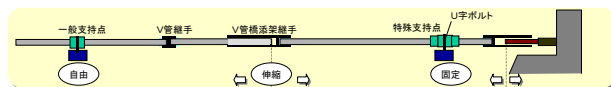


図-1 添架管路設備構成例

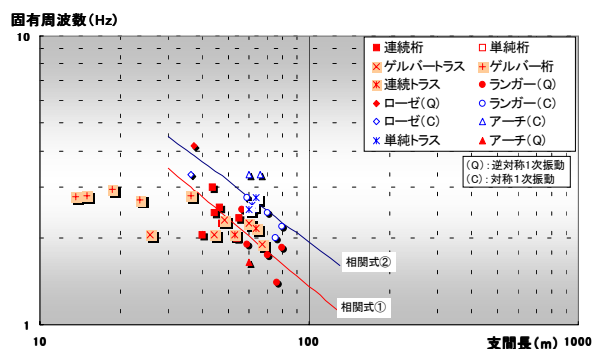


図-2 橋梁形式による支間長と固有周波数の関係

表-1 橋梁形式による固有周波数の相関式

橋梁形式	振動次数	固有周波数 (Hz)
単純桁・連続桁・ゲルバー桁 連続トラス・ゲルバートラス橋	対称1次振動	$f=49.1 \times L^{-0.779}$ (相関式①)
ランガー桁・ローゼ桁・アーチ橋	逆対称1次振動	
単純トラス・ランガー桁・ローゼ桁 アーチ橋	対称1次振動	$f=49.3 \times L^{-0.704}$ (相関式②)

2. 計測概要

計測対象は 4 径間連続プレートガーダー橋である M 橋でスパン長が $L=141.2\text{m}$ である。なお、支承構造は全てゴム支承を有する反力分散支承構造であり、左岸・右岸は脱落防止装置が取付けてある（図-3）。

表-2 計測器凡例

●	加速度計	G1～G9
○	サーボ型加速度計	S1～S9
●	ひずみ計	H1～H9
◀	変位計(水平)	D1, 2, 9, 10
▲	変位計(鉛直)	D3～D8

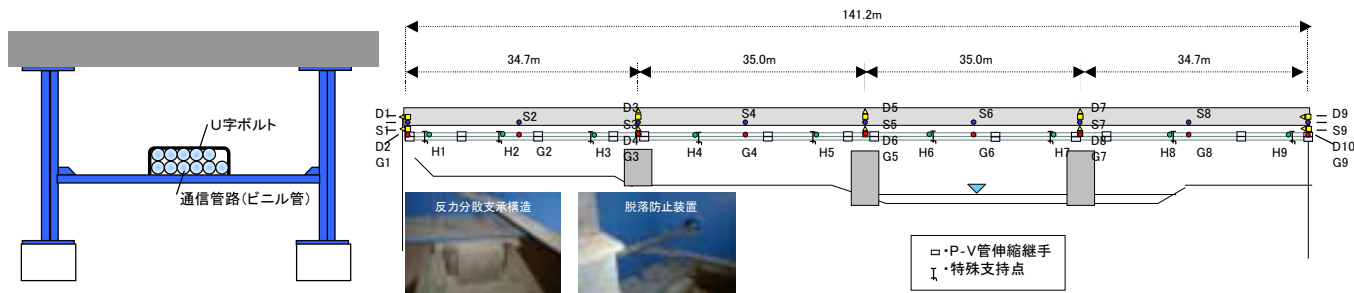


図-3 実測対象の橋梁

キーワード：橋梁添架管路、固有周波数、免震橋梁

〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 TEL 0298-68-6215 FAX 0298-68-6259

3. 計測結果

(1) 加速度について

図-4 に橋梁添架管路の加速度の平均値および最大値を示す。橋脚上(G3, G7)の添架管路の加速度が比較的大きく約 0.4m/s^2 程度認められる。

(2) 周波数解析について

図-5 に橋梁(S7, S8)と添架管路(G7, G8)のパワースペクトルを示す。橋梁には 3.25Hz 帯でピークが存在し、固有周波数が 3.25Hz であると考えられる。一方、添架管路は橋梁と同じ 3.25Hz 帯と約 20Hz 帯に離散的にピークが存在している。これは、添架管路が伸縮継手によって不連続構造になり、それぞれに固有周波数を有するためと考えられる(図-6 参照)。

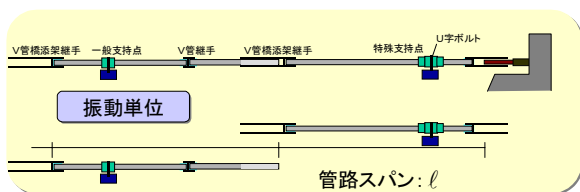


図-6 添架管路の振動単位

(3) 伝達関数評価について

図-7 に橋梁(S8)と添架管路(G8)の伝達関数を示す。スパン中間部(SG8)では橋梁の固有周波数である 3.25Hz 近傍で添架管路の加速度が約 7 倍程度増幅している。

(4) 添架管路の固有周波数評価について

管路の固有周波数 n は添架管路の挙動を強制振動であると仮定すれば、理論式として以下の式で表される。

$$n = \sqrt{\frac{48EIg}{Wl^3}}$$

EI : ビニル管の曲げ剛性, W : ビニル管の重量

g : 重力加速度, l : 管路スパンの長さ

図-8 に各管路スパンの実測値と理論値の管路の固有周波数を示す。橋梁添架管路は離散的な固有周波数を有し、管路長が約 5m 程度までは理論値と合致するが、管路長が長くなれば理論値から乖離する。これは理論式が管路のみを対象とし、伸縮継手及び耐火防護工などを考慮していないためであると考えられる。

まとめ

- (1) 実測対象である免震橋梁は連続桁の相関式①で固有周波数を評価できる。
- (2) 添架管路は管路スパン毎に離散的な固有周波数を有する。
- (3) 添架管路は橋梁で誘起された加速度を増幅して伝達される。

今後は、免震橋梁の振動特性を検証すると同時に、添架管路については管路スパン長 5m 以上の伸縮継手及び添架管路の固有周波数のモデル化を行っていく予定である。

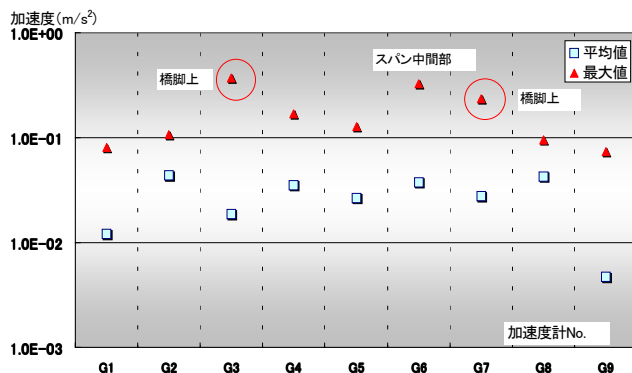


図-4 添架管路の加速度

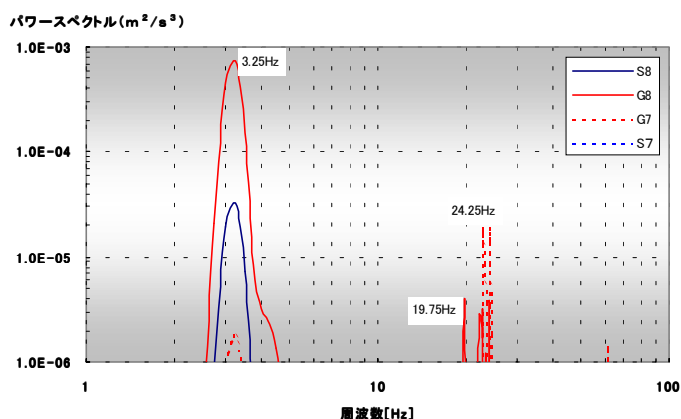


図-5 橋梁と添架管路のパワースペクトル

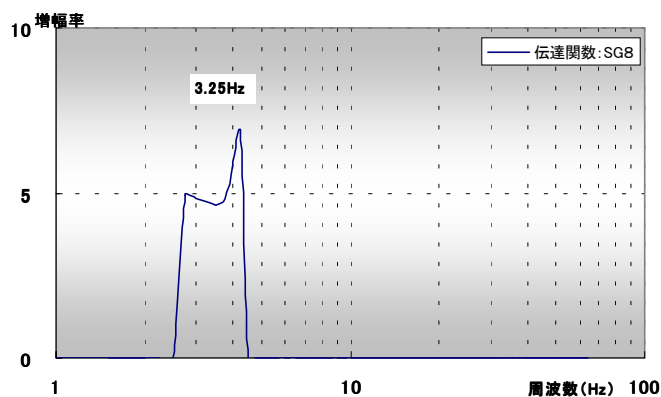


図-7 伝達関数評価

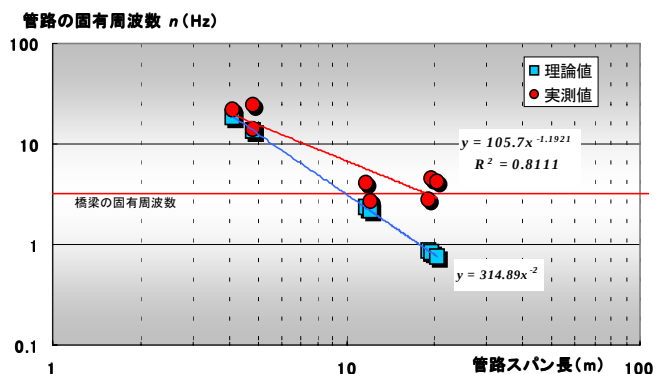


図-8 添架管路の固有周波数