

供用中の大牟田連続高架橋における起振機を用いた現地振動試験

八千代エンジニアリング (株)

正会員 ○高山 健一

川畑 宏志

上田 浩章

1. はじめに

国土交通省が管理する大牟田連続高架橋は、大牟田川を渡河する橋長 354m、最大支間長 150m の鋼床版箱桁断面を有し、超高減衰ゴム支承を採用した 5 径間連続鋼・コンクリート混合橋(図-1)である。現在、上下各 1 車線の単独橋として暫定供用中である。

暫定形計画時に実施された風洞試験の結果、供用中である単独橋は渦励振対策としてシングルフラップ(写真-1)を設置している。当初の耐風安定性検討における振動特性(固有振動数や対数減衰率)は、机上の解析設定値を使用していた。

完成形の設計を進めるにあたり、耐風安定性は単独橋より並列橋の方が厳しくなることが想定され、現地状況を精度良く把握した上で耐風安定性を評価する必要がある。しかし、既存資料において、超高減衰ゴムを使用した免震支承の対数減衰率を計測した事例は少なく、また、国内では数例しかない混合橋において、実橋における固有振動数および対数減衰率を把握した事例もない状況であった。

そこで、免震支承を用いた特殊構造形式である混合橋の風に対する振動特性を正確に把握することを目的として、実測値の信頼性が高い起振機を用い、供用中の実橋を利用した振動試験を実施した。

2. 振動試験概要

振動試験は、供用中路線を 1 夜間全面通行止めを行い実施した。起振機設置位置、振動計測位置を図-3 に、試験状況を写真-2 に示す。起振機は 1 夜間で設置・撤去が可能なウェイト質量 50kN のものを使用した。計測対象モードは、耐風安定性において、

発現が懸念されているたわみ渦励振を対象とし、たわみ 1 次モードとした。試験は、起振機の加振振動数を変化させ固有振動数を特定する目的の定常加振試験(共振試験)、起振機の振動数を桁の共振振動数に合わせ、桁の振動が所定の振幅となった時点で起振機を急停止させ、振幅減衰を調べる自由減衰振動試験を実施した。

キーワード 起振機、現地振動試験、混合橋、固有振動数、対数減衰率

連絡先：〒810-0062 福岡県福岡市中央区荒戸 2-1-5 八千代エンジニアリング (株) 九州支店 TEL 092-751-1749

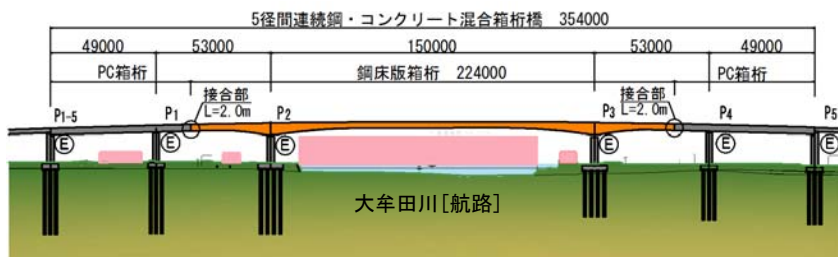


図-1 橋梁一般図

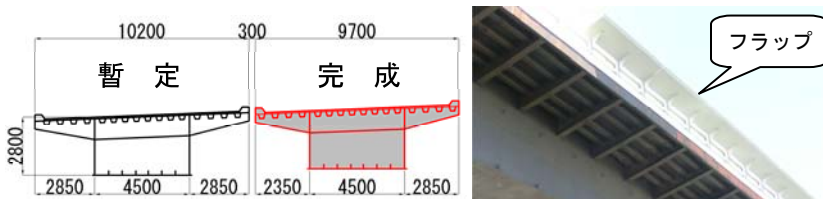


図-2 上部工断面

写真-1 現況シングルフラップ

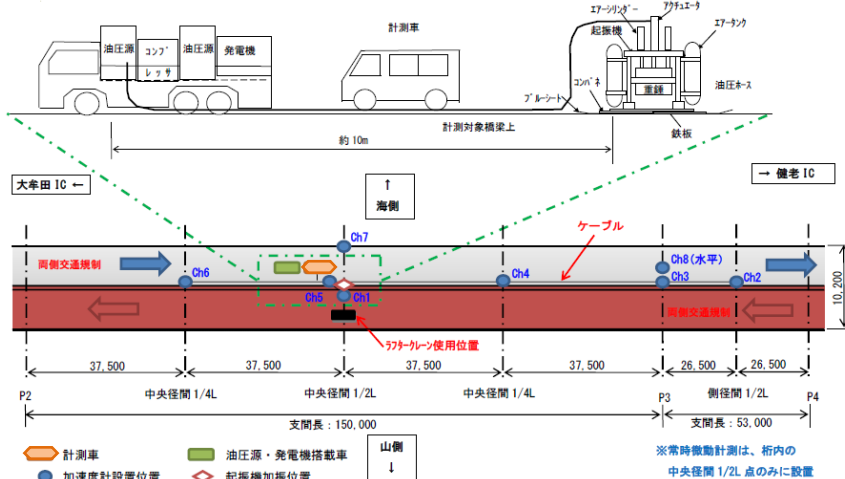


図-3 試験概念図(計測位置・計測機器配置)



写真-2 振動試験状況

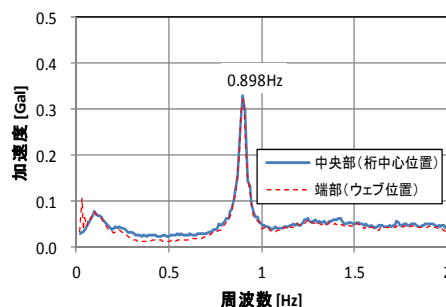


図-4 常時微動計測結果

3. 常時微動計測試験

夜間規制時間内で、振動試験を終わらせる必要があったため、事前に大まかな固有振動数を把握することを目的として常時微動計測を実施した。日中は交通量が多く規制が困難なため、加速度センサーは中央径間の中央部2カ所（桁中央位置、ウェブ位置）の桁内にセットした。本橋の固有振動数は、加速度時刻歴波形の周波数分析結果（図-4）に示すとおり0.898Hz 付近であった。また、ウェブ位置と桁中央の振動数に差がないことから、曲線による桁ねじれの影響は小さく、たわみ振動が卓越する振動特性を有する構造と判断できる。

4. 定常加振試験（共振試験）

常時微動計測により推定した1次固有振動数(0.898Hz)付近において、定常加振試験を実施した。起振機ウェイト加速度が100gal 程度となるように調整し、0.87Hz から0.91Hz まで連続的に加振した。起振機ウェイト質量(50kN)を考慮し、加振力に対する橋体中央における応答加速度の振幅比（アクセラランス）を求めた結果を、振幅比、位相差、モーダル円として、図-5 に示す。

固有振動数は0.891Hz、対数減衰率は0.063であり、机上解析で設定していた固有振動数より17%程度大きく、また、対数減衰率も2倍程度大きい値を計測した（表-1）。

5. 自由減衰振動試験

次に、起振機ウェイト加速度を上げて、大振幅加振による自由減衰試験を実施した（図-6）。減衰特性は、振幅が大きい振動範囲と微振動の範囲において非線形性があることから、減衰に振幅依存性があると推察される。そのため、橋体中央加速度応答を100gal 程度とした自由減衰波形に対して、固有振動特性を10波ずつ区切りに算出し、そのときの振幅レベルの平均値を振幅代表値とした。得られた結果と定常加振試験の結果を合わせて図-7 に示す。固有振動数は、振幅が大きくなるに従って低下する傾向を、対数減衰率は、振幅が大きくなるに従って増大する傾向を示している。

6. まとめ

混合橋における実橋振動試験の結果、固有振動数および対数減衰率ともに、机上の解析設定値よりも耐風安定性が向上する実測結果を得た。また、今回計測された対数減衰率は、一般的に机上で想定される減衰よりも高い傾向にあり、道路橋耐風設計便覧におけるゴム支承の値より大きく、鋼製支承に近い、高い対数減衰率を示している（図-8）。

参考文献

1) 川畑、上田、高山、山下：簡易風洞試験(S-VFD)を利用した大牟田連続高架橋の耐風安定性検討、土木学会第69回年次学術講演会講演概要集、2014

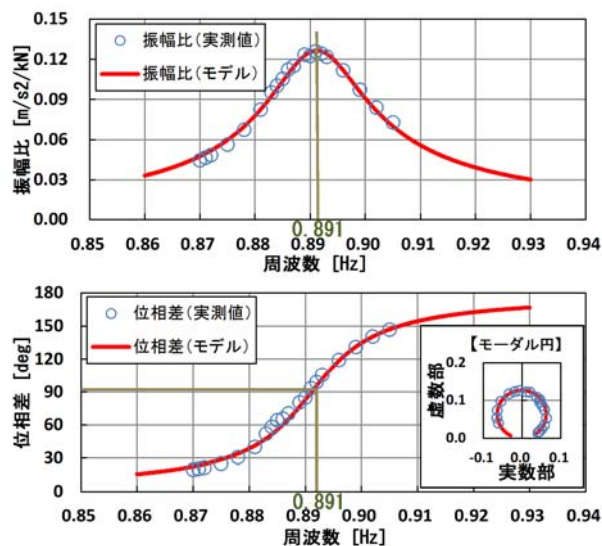


図-5 定常加振試験結果

表-1 解析値と実測値の比較

固有振動数			対数減衰率		
机上解析値 (A)	実測値 (B)	比率 (B/A)	机上解析値 (A)	実測値 (D)	比率 (D/C)
0.762	0.891	1.169	0.030	0.063	2.100

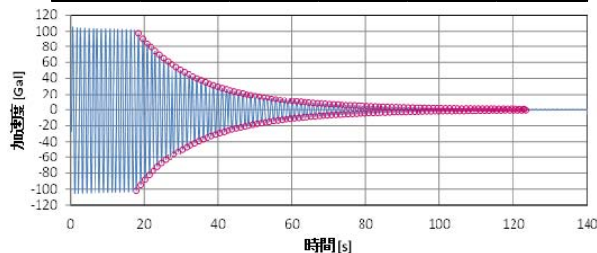


図-6 自由減衰波形

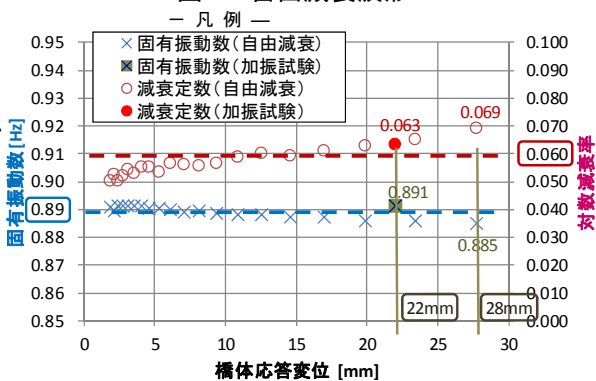


図-7 固有振動特性と振幅依存性

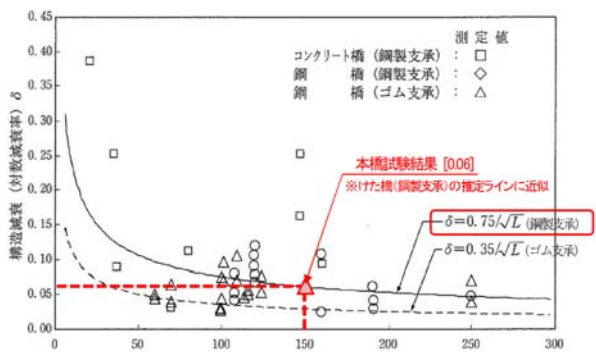


図-8 けた橋の構造減衰

(※H19 道路橋耐風設計便覧：対数減衰率)