

I-310 秩父橋の振動試験と対風挙動観測

日本鋼管(株) 正員 武田 勝昭
 埼玉県 嶋田 和則

1. まえがき

埼玉県秩父橋は、風洞実験¹⁾²⁾の結果、10m/s前後の風速でたわみの渦励振動を生じる可能性の高いこと等が明らかとなった。実験では、フェアリングとフラップによる空力的対策が、制振対策として有効であるということが見出されたが、種々の検討の結果、当面は対策を取らずに架橋し、様子を見て、必要であれば後から対策を講じるという方針とした。従って、本研究においては、振動試験を行ない、実橋の耐風安定性を支配する重要なパラメータである構造減衰等の実測を行なうとともに、本橋架設時から完成後の6ヶ月間(昭和60年9月~61年2月)、風観測と橋桁の振動計測(対風挙動観測)を行ない、フェアリング、フラップを取付ける必要性の有無等について検討を加えた。

2. 振動試験

2.1 試験方法 振動試験は主として起振機(早坂機械製作所製 VE10-70, 制限慣性力6c/s以上において±10t)を用いて行ない(写真1)、共振曲線を描いて鉛直たわみ、ねじれ1次振動の固有振動数及び構造減衰を求めた。その他、起振機を加振中に急速に停止、或は重車両通過後に得られる自由減衰波形からもこれら振動特性値を求めた。また、車両走行時の橋桁の振動(常時微動)を計測してスペクトル解析を行ない、本橋の高次固有振動数(鉛直たわみ振動のみ)を推定した。

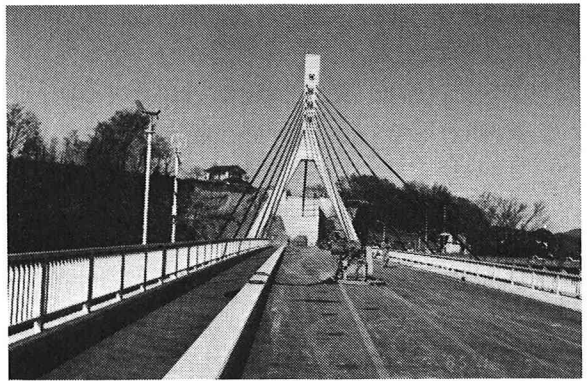


写真1 起振機(桁中央)による振動試験

2.2 試験結果 振動試験の結果を表1に示す。本橋の固有振動数(1次)は、鉛直たわみ振動 $N_{\eta} = 0.67 \text{ Hz}$ 、ねじれ振動 $N_{\theta} = 2.54 \text{ Hz}$ であり、いずれも計算値と良く一致した。構造減衰(対数減衰率)は、鉛直たわみ振動 $\delta_{\eta} = 0.04 \sim 0.065$ 、ねじれ振動 $\delta_{\theta} = 0.05 \sim 0.065$ であり、風洞実験における想定値 $\delta = 0.02$ の2~3倍であることが分かった。従って、風洞実験による渦励振動の振幅推定値は、約2~3倍過大評価された値であったとすることができる。また、常時微動のスペクトル解析から求めた鉛直たわみの高次固有振動数も計算値と良好な対応を示した。

表1 振動試験結果一覧表

	鉛直たわみ1次振動		ねじれ1次振動	
	固有振動数 N_{η} (Hz)	対数減衰率(振幅) δ_{η} (mm)	固有振動数 N_{θ} (Hz)	対数減衰率(振幅) δ_{θ} (°)
起振実験	0.67	最大 0.065(3.9)	2.54	最大 0.065(0.04)
自由減衰実験 起振機 急速停止	0.68	0.04(2~4)	2.54	0.05(0.008 ~0.016)
車輦通過後	0.66	0.04 ~0.05(9~20)	—	—
計算値	0.63	0.02*	2.48	0.02*

*) 風洞実験における想定値

	鉛直たわみ固有振動数(Hz)			
	1次	2次	3次	4次
測定値	0.67	1.19	—	2.55
計算値	0.63	1.13	1.58	2.58

3. 対風挙動観測

3.1 観測システム 秩父橋周辺の風と、橋桁の振動との関係を明らかにするため、鉛直たわみ1次振動モードの腹の位置(図1)において、風向風速並びに桁加速度の測定を行なった。風向風速の測定は、路面上4mの位置にプロペラ型風速計及び超音波風速計を設置して行ない、桁加速度の測定は、箱桁内に加速度計を2台設置して行なった。図2に観測システムの詳細を示す。図2から分るように、プロペラ型風速計の風向風速10分間平均値のみは常時専用記録器に記録されるが、その他のプロペラ型風速計の風向風速瞬間値、超音波風速計の風速3成分(X, Y, W), 桁の加速度等は強風時或は振動時に限ってアナログデータレコーダ、ペンレコーダに記録された。「強風時」、「振動時」の判定はオートスタータによって行ない、瞬間風速(プロペラ型風速計)が風速起動レベルに達したときを「強風時」等とした。

3.2 観測結果と考察 観測期間中(昭和60年9月~61年2月), 風が原因と思われる桁の振動(加速度で10 gal以上)が10回観測された。しかし、このうち、最大の振動を生じたケースにおいても最大加速度は約20 gal(同振幅約12mm)であり、車両走行時の加速度とくらべて小さいものであった。

本観測値と風洞実験の結果を比較すれば(図3), 振動発生風速が比較的良く一致している。但し、発生した振動が微小であり、両者の振幅の大きさを比較することは困難であった。以上の観測結果から判断すれば、フェアリング、フラップを取付ける積極的理由は見当らず、基本断面のまま架橋した選択は正しかったように思われる。但し、本観測期間中には、風洞実験の結果最も渦励振動が生じ易いと予想されている12~18 m/sの風が1度も観測されなかつたので、今後も継続して観測を行なうことにしている。

参考文献 1)野沢, 荒川, 武田; 「箱桁斜張橋上部工の耐風安定性」, 第15回日本道路会議論文集, 昭和58年10月, 2)嶋田, 武田; 「秩父橋の耐風安定性について」, 第16回日本道路会議論文集, 昭和60年10月

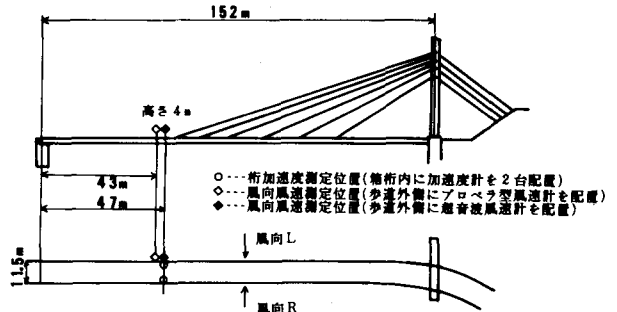


図1 風向風速と桁加速度の測定位置

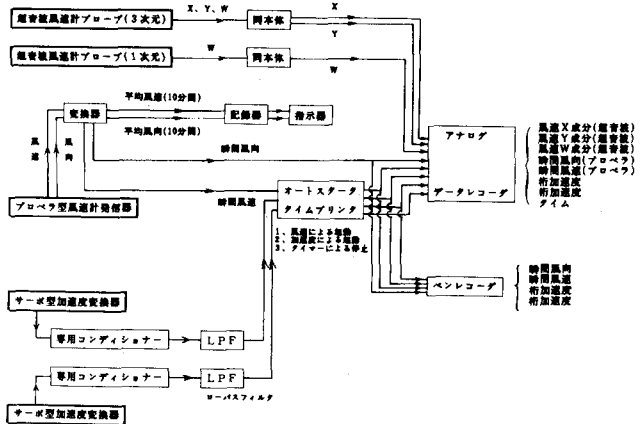


図2 対風挙動観測システムの構成

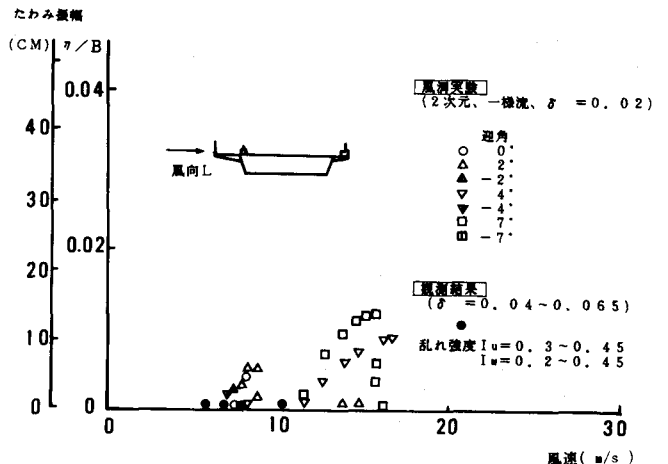


図3 観測値と風洞実験結果(パネ支持実験)との比較(風向L)