

立命館大学理工学部

正会員

小林紘士

セントラルコンサルタント

正会員

栗本伸造

(株) 春本鐵工所

正会員

○ 竹中裕文

1. 実橋の概要

高梨橋は、島根県大和村に架橋される支間157mのマルチケーブル斜張橋である。本橋は鋼製の逆台形箱形断面の主桁とSRC構造の主塔から成り、ケーブルはPCストランド、定着はHiAmアンカーを用いている。また、中間橋脚上には水平脊のみを設置し、鉛直脊は設置していない。すなわち、中間支点のない構造となっている。本橋の側面図および断面図は図-1に示すとおりで、曲げおよびねじり1次固有振動数は $Ny = 0.719\text{ Hz}$ 、 $N\theta = 2.329\text{ Hz}$ である。本報告は、高梨橋の耐風性を部分模型を用いた風洞実験によって検討したものである。

2. 断面選定方針

主桁の基本断面はねじり剛性を大きくするため箱形とし、また、耐風性を考慮して比較的偏平な逆台形を採用されている。

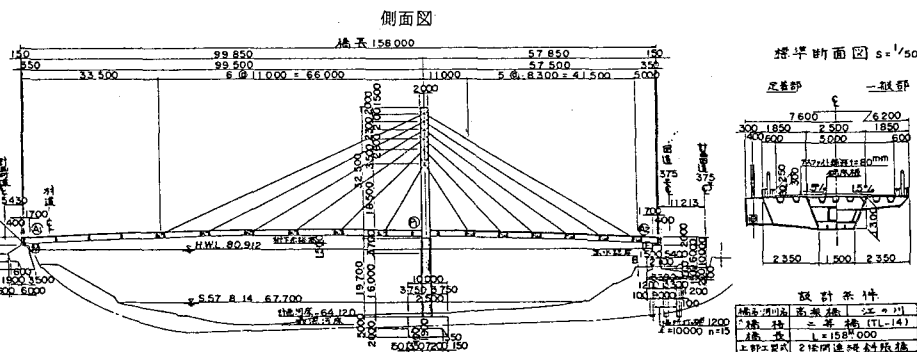


図-1 高梨橋一般図

橋梁の渦励振は、フラップ、フェアリングなどの空力的付加構造によって制御される例が多いが、本橋では、フラップ等を取付けず端部形状の変更のみで安定となる断面を選びだすよう勉めた。また、端部から剥離する渦の発生を抑止、または軽減するため、地覆部は通気性のある構造にしてある。なお、架橋場所が比較的積雪の多い地方であるので、その影響を受けない床版張出部下面に気流調節板を設置して制振するケースも考えた。その際、板の寸法、配置は、板の無い断面の可視化結果を基に決定した。

3. 風洞実験

(1) 実験方法：風洞実験に使用した模型は1/32に縮尺した長さ688mmの部分模型である。図-2に示すような端部形状の異なる10種類の模型について実験を行った。一樣気流中に模型を8本のコイルパネで支持し、対数減衰率は電磁ダンパにより調節した。また、模型周囲の気流の様子を調べるため、および気流調節板の取付位置を見出すために可視化実験も行った。

(2) 応答特性：図-3は端部形状の相違による応答の変化を示したものである。横軸は無次元風速 $V_r = V/N D$ 、縦軸は無次元振幅 $\eta_0 = y_0/D$ および回転振動の振幅 θ_0 (度)である。(V:風速, D:桁高, y_0 :振幅, δ :対数減衰率) T_{10} 断面はたわみ振動, ねじり振動とも発生せず最も安定している。他の断面は大振幅のたわみ振動およびねじり振動が発生している。なお、 T_{10} 断面については迎角を $\alpha = \pm 3^\circ, \pm 5^\circ, \pm 7^\circ$ としたときの実験も行い、いずれの場合にも渦励振の発生しないことを確認している。

図-4, 5は地覆部を閉塞した断面と通気性のある断面の応答について比較したものである。地覆部が閉塞されると振動が発生するか、振幅が大きくなっている。地覆部に通気性を与えることは、渦励振の抑止, 軽減に効果のある場合が多かった。

図-6, 7は可視化実験の結果を基にして、所定の位置に気流調節板を設置した断面と設置していない断面の応答を比較したものである。気流調節板を取付けると、たわみ, ねじり振動ともに発生しなくなるか、または振動が発生する場合でもその振幅は大幅に小さくなる。渦励振に対し気流調節板は制振効果を有して

いと言える。

(3) 模型周りの流れの可視化：模型を迎角 0° ，振副 $\eta_0 = 0.2$ で正弦的に加振した。写真-1 は下降運動中の T_3 ， T_{10} ， T_3B 模型の周りの流れを示す。上流側端部から剥離した流れに着目する。振動を発生した T_3 断面の場合、腹板に再付着し再び端部で剥離している。 T_{10} 断面および気流調節板を付けた T_3B では、前縁からの剥離流は腹板に付着することなく流れている。このような流れの挙動が振動の発生の有無と関連を有しているものと推定される。

なお、 T_{10} 断面については、ギャロッピング、ねじりフラッタが高風速まで発現しないこと、および架設時の断面（地覆，高欄の無い断面）についても問題ないことを確認している。

4. 結 論

今回の風洞実験によって、高梨橋ではフラップ等の空力的付加構造を用いることなく、端部の形状を T_{10} 断面のようにすること、すなわち、地覆部に通気性を持たせるとともに端部縦リブ（リブ幅 5 7 6 mm）を内側に 45° 傾斜させることで安定となる断面を得ることができた。なお、この実験は立命館大学理工学部土木工学科の学生諸兄の協力のもとに実施されたことを付記する。

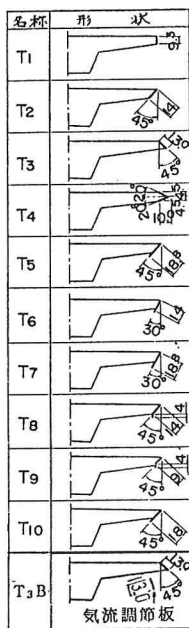


図-2 端部形状

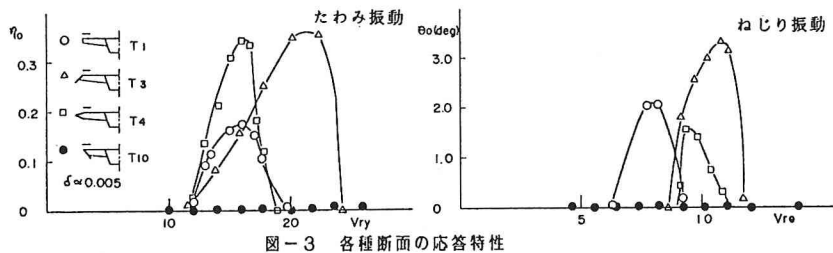


図-3 各種断面の応答特性

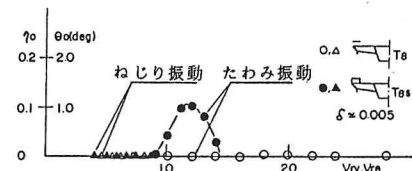


図-4 地覆閉塞の影響 (T8 模型)

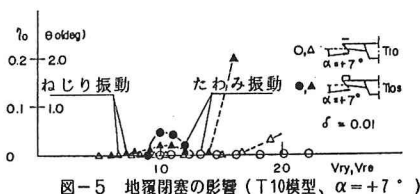


図-5 地覆閉塞の影響 (T10 模型、 $\alpha = +7^\circ$)

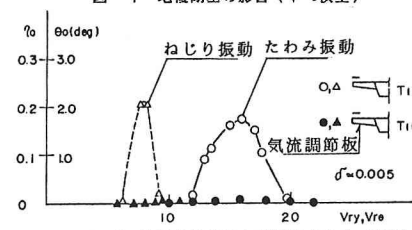


図-6 気流調節板による制振 (T1 模型)

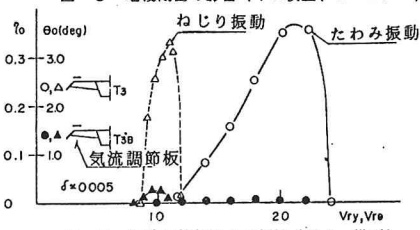


図-7 気流調節板による制振 (T3 模型)

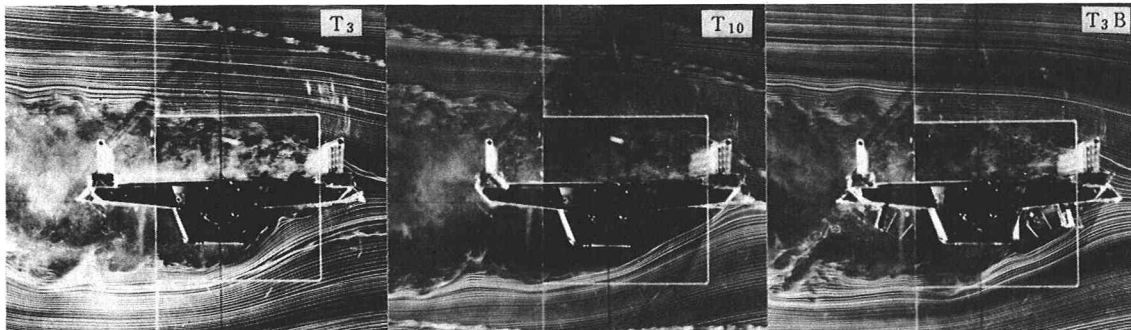


写真-1 振動中の模型の周りの気流、いずれも $Vr, y = 2.1$ ， $\eta_0 = 0.2$