

徳島大学大学院 学生会員 ○柏原 宜尚
徳島大学工学部 正会員 長尾 文明

徳島大学工学部 フェロー会員 宇都宮英彦
徳島大学工学部 正会員 野田 稔

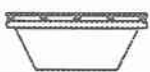
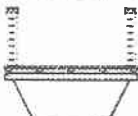
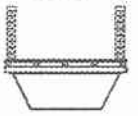
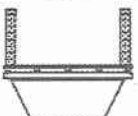
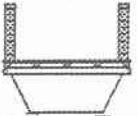
1. はじめに

橋梁をはじめとする自然風中にある構造物は、風による影響を受けることから免れることはできない。構造物に作用する空気力は構造物の断面形状、振動性状に応じて変化し、一般に構造物は非流線型断面であるため、種々の空力不安定現象を引き起こす。そのため、風洞実験を行い耐風安定性の検証を行うことが非常に重要となってくる。本研究では、図1、表1に示すような逆台形一箱桁歩道橋の渦励振やギャロッピング等の発生条件を検証し、必要に応じて空気力学的制振対策装置等の制振効果について検討することを目的とする。同時に、静的空気力特性に基づいた、ギャロッピング発現風速の推定精度について検討を行う。

2. 実験概要

(・)応答実験 縮尺 1/20 で相似された2次元剛体部分模型を、8本のコイルバネによって、たわみ1自由度となるように弾性支持しオイルダンパーによって構造減衰を付加した。本橋は、急傾斜地の谷間に架橋予定であることから迎角は $-10^{\circ} \sim +10^{\circ}$ で変化させた。模型諸元を表2に示す。また、実験は、乱れの無い一様流中 (U) と乱れの強さ16%(GA)と6%(GB)程度の2種類の乱流格子を用いて実施した。検討を行った断面の一覧を図2に示す。

(・)静的空気力実験 2組の荷重計に模型を水平に固定し、迎角 $-16^{\circ} \sim +16^{\circ}$ において抗力、揚力、ピッチングモーメントを三分力計で計測し、デジタルレコーダーにより、評価時間=120sとして記録した。実験断面は、応答実験と同じである。

基本断面 (A)	笠木付き断面 (H)	ポスト付き断面 (P)	高欄付き断面 (B)	導流板付き断面 (S)
				

3. 実験結果 (応答実験)

迎角は頭上げを正とし、実験結果を V-A 図(図3～図6)に示す。ここで、横軸は換算風速 (下側) と実風速 (上側) であり縦軸はたわみ振動の倍振幅を桁高で基準化した無次元倍振幅である。また、BU+3 の+3 は、迎角が $+3^{\circ}$ であることを示す。図3は、高欄付き断面 (B) の応答特性である。これより負の迎角ではギャロッピングは発生しないことが確認でき、正の迎角では発生していることがわかる。また、図4より一様流から乱流になることでギャロッピングは発生が抑えられることもわかった。さらに高欄付き断面 (B)

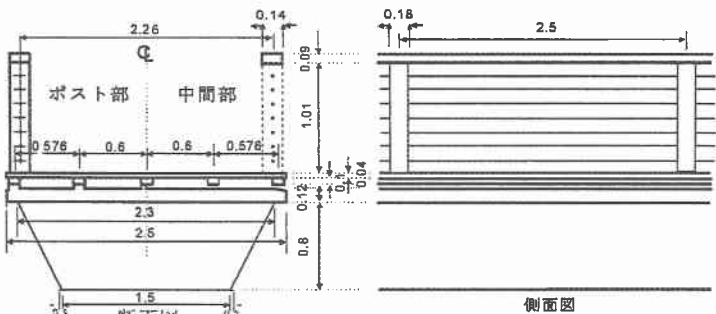


図1 橋梁一般図 (単位 ; m)

表1 構造諸元

支間長 : L	82.0m
高度 : z	26.0m
桁高比 : B/d	2.34
等価質量 : m	1.54t/m
固有振動数 : f	1.92Hz
設計基準風速 : U_d	32.9m/s
乱れ強さ : I_u	0.023

表2 模型諸元

模型長	600mm
等価質量	3.88kg/m
固有振動数	5.45Hz
構造減衰率 δ	0.016 ~ 0.024

図2 橋梁断面図

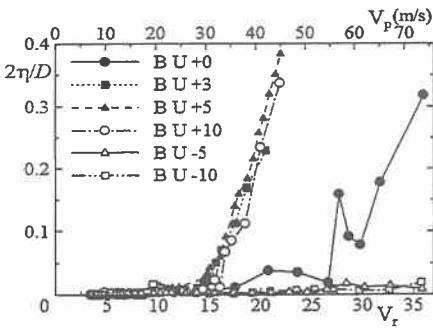


図3 高欄付き断面 (B) の応答

において迎角 $\pm 10^\circ$ でたわみ渦励振は発生するが、応答振幅は極めて小さく使用上は問題ないと判断できる。次に制振対策の導流板を付設した断面の応答特性を図5に示す。ここでS20+5とは、導流板幅が20mm、張出幅が外側に+5mmであることを示す。この図より、下フランジの外側に張出幅が大きいほど制振効果は高くなり、内側に配置すると桁自身による気流の剥離が先に起きてしまい導流板の制振効果が得られないことが確認できる。

次に、高欄要素を変えた場合の応答特性の変化を図6に示す。この図より、基本断面(A)は高欄付き断面(B)よりギャロッピング発現風速が低くなっていることがわかる。また、ポストのみを設置した場合(P)、笠木のみを設置した場合(H)には、それぞれ基本断面(A)より発振風速は高まっていることがわかる。基本断面(A)の発振風速に、笠木(H)、ポスト(P)を取り付けることで高まった発振風速の増加分を合わせると、高欄付き断面(B)の発振風速とほぼ一致するような対応関係が見られる。

4. 静的空気力実験

実験結果より式

$$U_r = \frac{-4 \cdot m \cdot \delta}{B \rho \left(\frac{dC_L}{d\alpha} + C_D \right) d} \quad (1)$$

によりギャロッピング発現風速がどの程度正確に推定できるかを検証する。ここで、 U_r ：ギャロッピング発現風速、 m ：質量、 δ ：構造対数減衰率、 B ：桁幅、 d ：桁高、 ρ ：空気密度、また抗力係数(C_D)、揚力係数(C_L)、揚力係数曲線の勾配($dC_L/d\alpha$)である。

この式より、ギャロッピング発現風速は揚力勾配と抗力係数の値が要因となっていることがわかる。また揚力勾配が負勾配に大きくなると発現風速は低くなることがわかる。図7に示すように、負の迎角側では正勾配となるため、ギャロッピングは発生しないという結果となり応答実験の結果と一致する。しかし、図7より比較すると応答実験では乱流B中の方が一様流中よりギャロッピングが発生しにくかったが、揚力勾配を見ると、乱流B中の方が負勾配が急になっている。この結果は式(1)の関係が満たされていないことを示す。

5. まとめ

図3、図6よりこの断面形状は高欄を取り付けることで基本断面

(A)より耐風的に安定な断面となるが、導流板を付設してギャロッピングを抑制する必要がある。しかし図7の静的空気力から、正側の迎角ではギャロッピング発振風速を推定すると、精度が低いことがわかる。この理由としては準定常理論が厳密な意味では、この断面に適用できないことになると思われる。しかし、現在の実験結果だけではこの理由を具体的に解明するのは無理であるので、強制加振による非定常空気力および非定常圧力の測定等を行いより詳細に検討する必要がある。

6. 参考文献

日本道路協会：道路橋耐風設計便覧

徳島大学工学部建設工学科風工学研究室：“祖谷ロマン橋（仮称）の耐風性に関する調査・研究報告書”

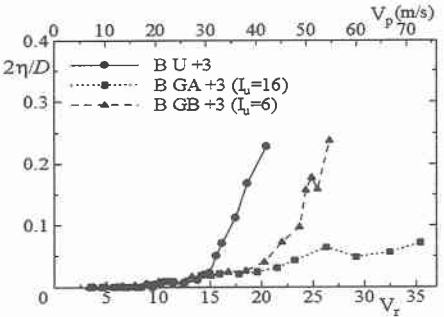


図4 乱流時の応答

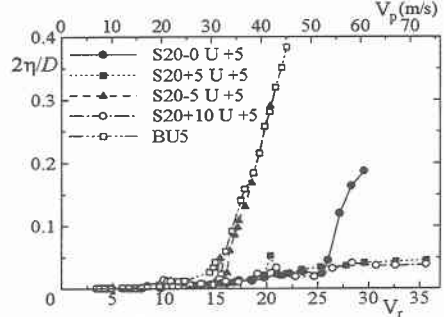


図5 導流板の効果

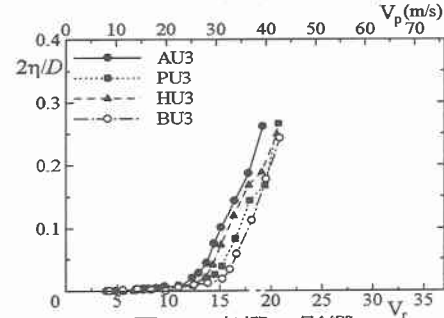


図6 高欄の影響

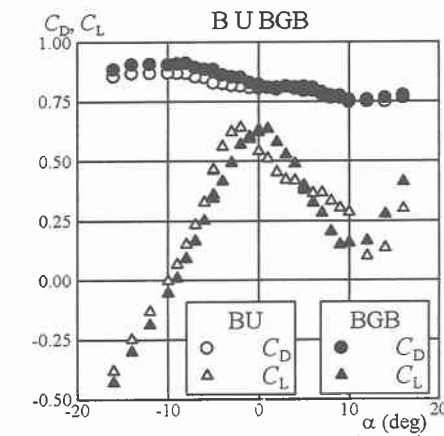


図7 一様流中および乱流B中の静的空気力特性