

I - B 340

偏平矩形断面のガスト空気力特性に及ぼす応答振幅による影響

片山ストラテック㈱ 正会員 ○奥村 学
 ㈱ニチゾウテック 正会員 畑中 章秀
 立命館大学理工学部 正会員 小林 紘士

1. はじめに 長大橋梁では、大気乱流に起因したガスト応答を正確に推定することが設計上重要な問題となる。一般的に、ガスト応答解析では空力アドミッタンスとして薄翼の理論値であるSears関数を採用することが多い。しかし、橋梁断面に作用するガスト空気力は、剥離流による影響を受けるものと考えられる。本研究では、2次元アクティブ乱流中で偏平矩形断面を対称とした剛支持試験およびバネ支持試験を実施し、模型応答がガスト空気力特性に及ぼす影響について調査した。

2. 実験方法 模型は、図1に示すような辺長比が異なる $B/D=7$ および $B/D=9$ 矩形断面の2種類で長さ600mmの剛体模型である。各模型を剛支持および鉛直たわみ1自由度バネ支持（表1参照）し、ガストジェネレータにより生成される2次元アクティブ乱流を作用させた。バネ支持試験では、模型の応答振幅を変化させるため2種類の構造減衰（Case 1, 2）を設定した。気流は、主流および鉛直方向成分ともKármánのスペクトルを有する乱流とした。気流の乱れ特性は、Turb.1 : $U=2.97\text{m/s}$, $I_u=9.84\%$, $I_w=3.94\%$, $L_u=1.57\text{m}$, $L_w=0.45\text{m}$ と Turb.2 : $U=2.97\text{m/s}$, $I_u=9.84\%$, $I_w=3.94\%$, $L_u=1.57\text{m}$, $L_w=0.45\text{m}$ の2種類である。同じ気流時系列を有する2次元アクティブ乱流中において、剛支持試験で測定される揚力パワースペクトルおよびバネ支持試験で測定される応答パワースペクトルより揚力方向の空力アドミッタンスをそれぞれ算定する。なお、静的空気力係数及び空力減衰は各乱流中における測定値を用いた。

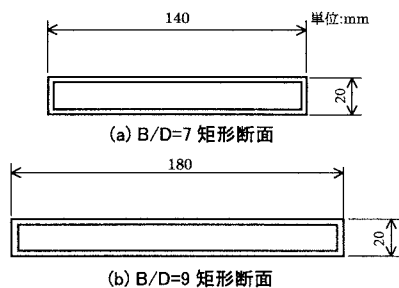


図1 模型断面図

表1 模型諸元【バネ支持試験】

	B/D=7	B/D=9
重量 (kg/m)	2.868	2.880
鉛直たわみ	2.22	2.10
振動数 (Hz)	1.86	1.87
構造減衰	0.018	0.020
	0.18	0.19

3. 結果および考察 まず、 $B/D=7, 9$ 矩形断面の剛支持試験によって歪ゲージより得られた揚力時系列とバネ支持試験によってレーザー変位計より得られた鉛直たわみ応答記録から算定した¹⁾ 揚力時系列をそれぞれ図2, 3に示す。それぞれの測定記録は、20Hzローパスフィルターに通してからサンプリングした。バネ支持モデルの応答記録から揚力を算定する際、高周波数におけるノイズを除去するため10Hz以上の応答記録を数値的にカットして算定を行なった。 $B/D=7$ では多少振幅の差異が見られるが、 $B/D=9$ では両者の揚力時系列はほぼ一致しており、このケースではバネ支持モデルと剛支持モデルではほぼ同じガスト空気力が作用していることがわかる。

次に、 $B/D=7$ の揚力方向の空力アドミッタンスを図4に示す。なお、ここで示した空力アドミッタンスの値は、FFT法によって得られたものをある無次元周波数区間ごとに平均化した移動平均値である。模型の応答振幅が大きくなるにつれ、全周波数領域で空力アドミッタンスの値が大きくなっている。応答振幅の大きいCase 1では剛支持モデルの約1.8倍、応答振幅が小さいCase 2では約1.5倍となった。また、高周波数領域の空力アドミッタンスは、Sears関数やHolmesの提案式ほどの低下が見られず、無次元周波数が0.03~0.08付近では、むしろ低周波数領域よりも大きくなる傾向が見られた。Turb. 1とTurb. 2の気流の

キーワード：ガスト空気力、偏平矩形断面、空力アドミッタンス、応答振幅

連絡先：〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 Tel 077-566-1111 Fax 077-561-2667

乱れ特性による違いはさほど見られなかった。

B/D=9の揚力方向の空力アドミッタンスを図5に示す。B/D=7のケースと異なり、鉛直方向成分乱れ強度 I_w が大きいTurb. 2の低周波数領域で応答振幅が大きいほど空力アドミッタンスも大きくなる傾向が多少見られるのみで、剛支持モデルとバネ支持モデルとでさほど大きな差異は見られなかった。また、気流の乱れ特性によって多少の差異が見られ、鉛直方向成分乱れ強度 I_w が大きいTurb. 2で、 I_w が小さいTurb. 1比べて全周波数領域で空力アドミッタンスが大きくなっている。

このように、偏平矩形断面の揚力方向の空力アドミッタンスが、Sears関数と異なる挙動を示し、模型の応答振幅や気流の乱れ特性によって異なる要因として、前縁部からの剥離流による影響が考えられる。剥離流の影響が大きいと推察される断面(B/D=7のケース)では、応答振幅がガスト空気に及ぼす影響が大きく、剥離流の影響が小さいと推察される断面(B/D=9のケース)では気流の乱れ特性、特に鉛直方向成分乱れ強度がガスト空気に及ぼす影響が大きいものと思われる。B/D=7のような剥離流の影響

が大きい断面のガスト応答を推定する際、応答振幅によってガスト空気力特性が変化し、ガスト応答を過少評価することがあるので留意する必要があるものと思われる。

なお、低周波数領域の空力アドミッタンスが1より小さくなっているケースが多く見られたが、その要因については現在検討中である。

4. 結論 偏平矩形断面の揚力方向の空力アドミッタンスは、Sears関数と異なる挙動を示すとともに模型の応答振幅や気流の乱れ特性によって異なることがわかった。また、ガスト応答を推定する際、断面形状によっては応答振幅によってガスト空気力特性が変化し、ガスト応答を過少評価することがあるので留意する必要がある。

【参考文献】

- 1) S.Komatsu, H.Kobayashi: Experimental Identification of Aerodynamic Forces, Proc. of ASCE, Vol. 104, No. EM4, pp921-938, 1977

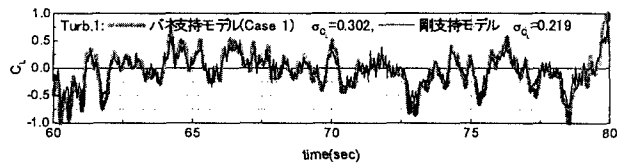


図2 B/D=7 矩形断面の揚力時系列

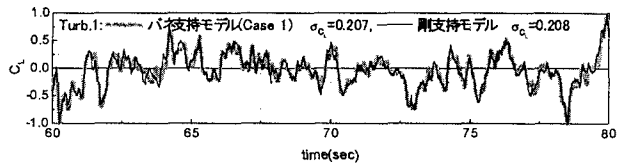


図3 B/D=9 矩形断面の揚力時系列

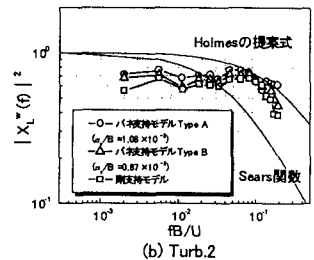
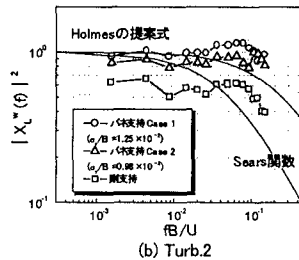
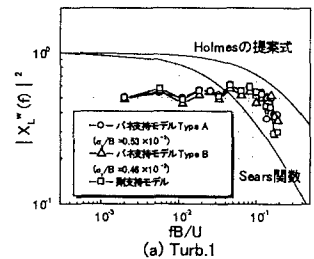
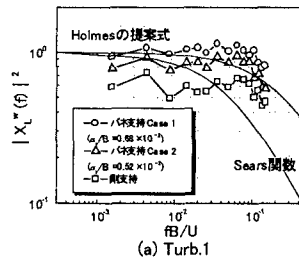


図4 B/D=7 矩形断面の空力アドミッタンス 応答振幅による影響

図5 B/D=9 矩形断面の空力アドミッタンス 応答振幅による影響