

○ 京都大学工学部 学員 金川昌義
 京都大学工学部 正員 白石茂人
 京都大学工学部 正員 板本 勝

1. はじめに

最近、長大橋梁の空力予規則応答の問題が、注目を集めることになった。しかし、現在では、十分に明らかでない点も多く残されており、そのひとつは、変動風速と変動空力を関連づける空力伝達関数の適切な評価を挙げることである。特に、最近、J.D. Holmesの研究⁽¹⁾にも見られるように、逆梯形断面とその他の空力特性が大きいことも指摘される。各種の断面形状についての上記の空力伝達関数の評価が重要と考えられる。このような観点から、本研究では、平板状断面とL型の翼(NACA-0012)、流体力学的にBluffと考えられるH型断面、逆梯形断面、および両者の中間位置として考えられるトラス断面について、作用空気特性をいくつもの変化させ、変動風速と変動揚力を関連づける空力伝達関数(本研究では、揚力伝達関数)を実験的に求め、それに対して若干の考察を加えた。また、この結果を、Sears 関数と比較し、各種断面に対するこの関数の適用性を検討した。

2. 模型、測定装置および気流

(i) 模型; 図1に示す4種類の2次元部分模型がある。表1に諸元を示す。

(ii) 測定装置; ロードセルタイプのAC3分力天秤(日章電機KK製LM-3501-D型)により、直接、静止模型に作用する変動揚力を測定した。

(iii) 作用気流; 次の4種類の気流を用いた。

- a; 可変翼による2次元流に正弦波を発生
- b; " " " " 不規則波を発生
- c; 充塞物体(6×30 cmの矩形断面)背後のwakeを利用
- d; 乱流槽子による3次元乱流, 乱流槽子のメッシュサイズはGrid A (27×43 cm), Grid C (14×16 cm)

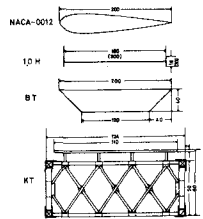


図 1

	Dimension	NACA 0012	BT	H	KT
Span length	1	0.40	0.50	0.50	0.42
Half chord length	b	0.10	0.08	0.10	0.055
Slope of force coefficient		4.33	10.50	5.29	0.08
Slope of moment coefficient		-0.344	-0.269	0.511	0.950

表 1

3. 揚力伝達関数

揚力伝達関数は、2.(iii)と述べた作用気流に対して次のように求めた。

$$a \text{ に対して, } A_d(\omega) = \frac{L(\omega)}{2\pi S b U w(\omega)} \quad (1)$$

$$b, c \text{ に対して, } A_d(\omega) = \left\{ \frac{S_L(\omega)}{(2\pi S b U)^2 S_w(\omega)} \right\}^{1/2} \quad (2)$$

$$d \text{ に対して, } A_d(\omega) = \left\{ \frac{S_L(\omega)}{(2\pi S b U)^2 S_w(\omega) C(\omega)} \right\}^{1/2} \quad (3)$$

ただし、 $L(\omega)$: 変動揚力、 S : 空気密度、 b : 半弦長、 U : 平均風速、 $w(\omega)$: 鉛直変動風速、 $S_L(\omega)$ 、 $S_w(\omega)$: それぞれ、揚力、鉛直変動風速のパワースペクトル密度、 $C(\omega)$: 揚力を平均部分について評価するためのスパン方向の係数である。 $C(\omega)$ については、A.G. Davenport による以下の指数関数を用いるように表す。

$$C(\omega) = \int_0^{2b} \int_0^{2b} R(x, x'; \omega) dx dx' \quad R(x, x'; \omega) = \exp \left\{ \frac{-|x-x'|}{L(\omega/w)} \right\} \quad L(\omega/w): \text{乱流のスケール}$$

4. 実験結果およびその評価

(1) 2次元定常気流 (α, b, c) に対する結果 (図2)

まず、各断面形状の違いによる結果の比較を行ない、翼断面では $Sears$ 関数とこれを静的空力係数分布に補正した関数の曲線の間にある程度一致を示す。逆サ行断面では $Sears$ 関数より、 H 型断面では、表1に示したように、静的空力係数分布と他の断面と比較して非対称な値を示す。また、トラス断面では、 $Sears$ 関数と B 型断面の逆サ行断面の中間程度にある。換算振動数は 1 から 1.5 の範囲で、他の断面と多少異なる傾向を示している。また、 H 型断面では、 $Sears$ 関数と B 型断面の逆サ行断面の中間程度にある。換算振動数は 1 から 1.5 の範囲で、他の断面と多少異なる傾向を示している。

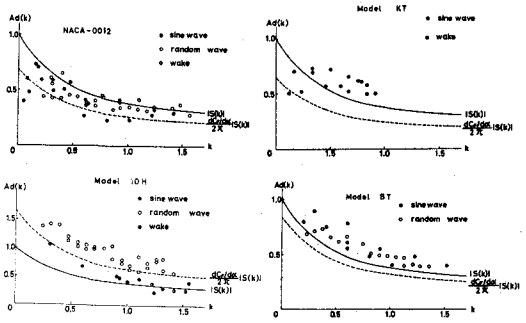


図2 2次元定常気流に対する結果

次に、気流による違いの検討を行ない、翼断面と逆サ行断面では正弦波と不規則波の結果の間にあまり差がみられず、 H 型断面では正弦波よりも不規則波の結果が大きい。また、トラス断面では、 $Sears$ 関数と B 型断面の逆サ行断面の中間程度にある。換算振動数は 1 から 1.5 の範囲で、他の断面と多少異なる傾向を示している。

なお、流体力学的な観点から、 H 型断面では、一様流中で測定した空力のパワー・スペクトル、ストロハル数成分が卓越したピークが認められる。本図中において、この現象は、 $Sears$ 関数と B 型断面の逆サ行断面の中間程度にある。換算振動数は 1 から 1.5 の範囲で、他の断面と多少異なる傾向を示している。

(2) 3次元気流に対する結果 (図3)

まず、断面の違いによる結果の比較を行ない、トラス断面の $Sears$ 関数と B 型断面の逆サ行断面の中間程度にある。換算振動数は 1 から 1.5 の範囲で、他の断面と多少異なる傾向を示している。また、 H 型断面では、 $Sears$ 関数と B 型断面の逆サ行断面の中間程度にある。換算振動数は 1 から 1.5 の範囲で、他の断面と多少異なる傾向を示している。

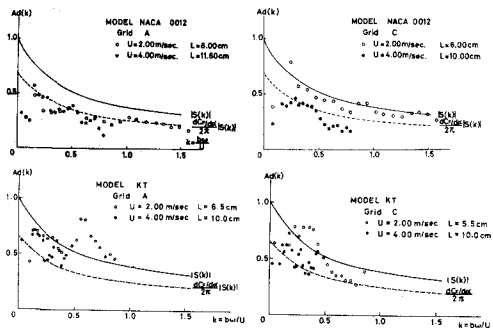


図3 3次元気流に対する結果

5. おわりに

以上の結果をまとめると、(1) 断面形状の違いによる、揚力伝達係数の違いが表わされ、 H 型、逆サ行、トラス、翼形の各断面で異なる。(2) 気流の違いによる、揚力伝達係数と若干の差が表わされる。(3) 傾向角は、 $Sears$ 関数と静的空力係数分布に補正したものと説明できる。(4) 動的揚力係数は、 $Sears$ 関数と静的空力係数分布に補正したものと説明できる。また、 H 型断面では、 $Sears$ 関数と B 型断面の逆サ行断面の中間程度にある。換算振動数は 1 から 1.5 の範囲で、他の断面と多少異なる傾向を示している。

参考文献

- (1) J.D. Holmes : Prediction of the Response of a Cable Stayed Bridge to Turbulence, Proceedings of the Fourth International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures.