

I - B 349

充腹断面に働くフラッター空気力の振幅依存性について

徳島大学大学院 学生員 ○田中 映子 徳島大学工学部 フェロー 宇都宮 英彦
 徳島大学工学部 正 員 長尾 文明 徳島大学工学部 正 員 野田 稔
 総合技術コンサルタント 金海 展弘

1.はじめに 近年、橋梁の長大化が進むに伴い、耐風工学のなかで最も重要視されている空力現象の一つであるフラッターについて盛んに研究が行われている。従来の研究から、断面の形状や振動特性の違いにより物体周りの流れが変化し、フラッター特性も様々に変化する。このため、様々な条件におけるフラッター特性を非定常空気力係数によって評価している。また、フラッター解析では、通常非定常空気力の振幅依存性は考慮されていない。そこで、本研究ではフラッター解析の信頼度に大きく影響を及ぼす可能性のある非定常空気力係数の振幅依存性について検討を行った。

2. 実験概要 風洞は、徳島大学工学部に設置された吸い込み式室内還流式のエッフェル型風洞(1.5m×0.7m×2.1m)を使用し、曲げねじれ2自由度の強制加振法によって表面圧力測定実験を行った。使用したモデルは、BS断面、H型断面の2つである。BS断面は、 $B/D=13$ 、H型断面は、 $B/D=4.5$ である。モデルは、隅角部の形状を保持し、表面粗度を均一に保つためアクリル板を用いて製作している。また、圧力孔は、図-1に示すように、スパン中央部の断面に直径1ミリの大きさをモデル上面に15個配列している。表面圧力測定条件は、従来の研究より得られた自由振動実験結果に基づき決定した¹⁾。

3.非定常空気力係数 2自由度の連成振動時における揚力 L とモーメント M は Scanlan²⁾ によって提案された8個の非定常空気力係数 H_i^* , A_i^* ($i=1\sim 4$)を用いて次式で表される。

$$L = \frac{1}{2} \rho (2b) U^2 \left\{ k H_1^* \frac{\dot{\eta}}{U} + k H_2^* \frac{b \dot{\phi}}{U} + k^2 H_3^* \phi + k^2 H_4^* \frac{\eta}{b} \right\} \quad (1)$$

$$M = \frac{1}{2} \rho (2b^2) U^2 \left\{ k A_1^* \frac{\dot{\eta}}{U} + k A_2^* \frac{b \dot{\phi}}{U} + k^2 A_3^* \phi + k^2 A_4^* \frac{\eta}{b} \right\} \quad (2)$$

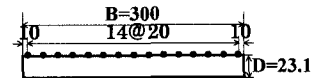
L : 単位スパン当たりの揚力(下向き正) M : 単位スパン当たりのモーメント(頭上げ正)

η : 曲げ変位(下向き正) ϕ : ねじれ変位(頭上げ正) U : 風速 ρ : 空気密度

b : 半弦長(全幅の1/2) k : 換算振動数($b\omega/U$ ω : 円振動数)

なお、2自由度振動時の非定常空気力係数を求めるにあたり、松本ら³⁾の示した、係数間の従属関係を用いた。係数の特性として係数 H_1^* は、曲げフラッターの不安定化を左右する曲げ速度に比例する空力減衰係数で負である時安定となる。また係数 A_2^* は、ねじれフラッターの不安定化を左右するねじれ速度に寄与する係数であり負の時安定となる特性を示す。

4.計測結果 表面圧力測定実験より求められた非定常空気力係数のうち係数 A_2^* の結果を図-2,3に示す。図-2よりBS断面におけるねじれ振幅 10° の時、係数 A_2^* の値が負から正に変化しておりねじれフラッターに関して不安定となる特性を示している。また、換算風速、ねじれ振幅が増加するにつれて振幅依存性が大きくなることが分かった。一方、図-3に示したH型断面では、ねじれ振幅に関係なく換算風速 $V/fB=3$ 付近で係数 A_2^* の値が負から正に変化しており、ねじれフラッターに対して不安定となる特性を示している。しかし、BS断面と違い換算風速、ねじれ振幅が増加してもほとんど振幅依存性がないことが分かった。



(a) BS断面

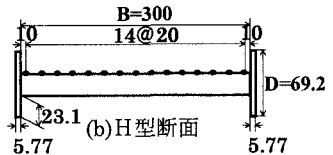


図-1 モデル断面形状 (mm)

キーワード：フラッター、非定常空気力係数、振幅依存性

〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1

TEL/FAX 088-656-9443

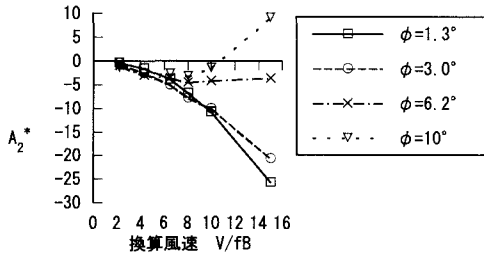


図-2 BS断面 非定常空気力係数
 $\eta/D=0.07$ ($\eta=0.5\text{cm}$)

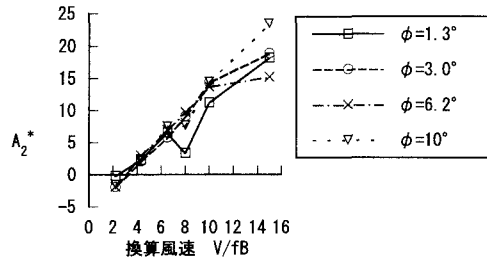


図-3 H型断面 非定常空気力係数
 $\eta/D=0.07$ ($\eta=0.5\text{cm}$)

ここで、図-4,5 に模型上面の変動圧力振幅係数の分布を示す。変動圧力振幅係数の値が小さくなっている点は、剥離した流れの再付着点となっていると考えられる。BS 断面における結果を示す図-4 より模型前縁部で剥離した流れが、換算風速またはねじれ振幅の増加に伴い再付着点が後流側に移動していることが分かる。また、図-5 の H 型断面では、模型前縁部より剥離した流れの再付着点が圧力孔を設けた模型上面部に見られないことが分かった。このことから、前述の BS 断面における非定常空気力特性の振幅依存性は、再付着点の移動によるものと考えられ、H 型断面では再付着が床版部分で生じていないために振幅依存性が現れなかったものと判断できる。

5.まとめ 以上のことより、BS 断面では、非定常空気力係数のねじれ振幅に対して特性が変化することが分かった。この原因に伴って、模型前縁部より剥離した流れが模型断面上に再付着する場所が、換算風速、ねじれ振幅の増加は、後流側に移動することに起因すると考えられる。一方、H 型断面では、非定常空気力係数の振幅依存性がほとんどないことが分かった。これは、剥離した流れが床版部に再付着していないためだと考えられる。

参考文献

- 1) 池内 彰：非定常空気力特性から見た長大橋のフラッター発生機構：徳島大学修士論文 1997
- 2) Scanlan.R.H.,Beliveau J.-G.,and Budlong K.S.:Indicial Aerodynamic Functions for Bridges Decks,Journal of the Mechanics Division,Proceeding of ASCE.,Vol.100,EM4,August,pp.652-672,1974
- 3) 松本 勝,小林 裕輔,浜崎 博：構造基本断面における連成フラッター発生機構に関する研究：第 13 回風工学シンポジウム論文集,1994

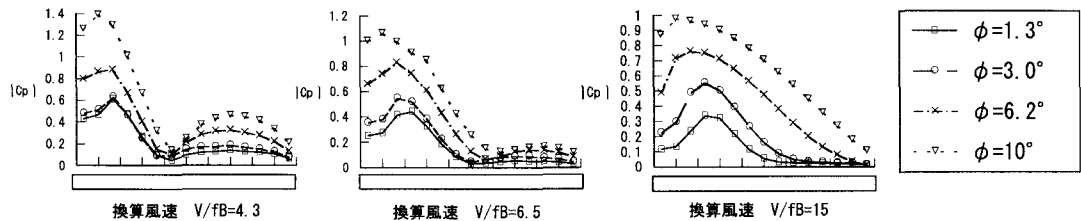


図-4 BS断面 変動圧力振幅係数 $\eta/D=0.65$ (曲げ 1.5cm)

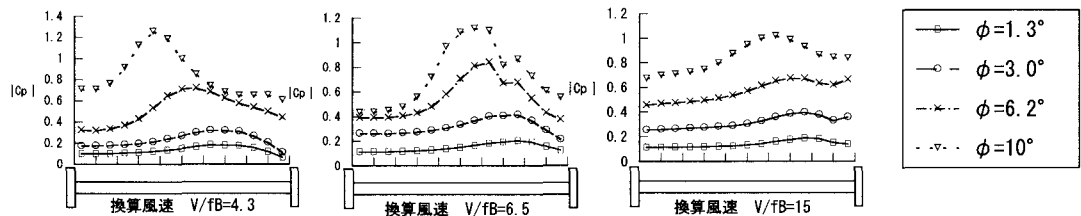


図-5 H型断面 変動圧力振幅係数 $\eta/D=0.07$ (曲げ 0.5cm)