

扁平矩形断面における非定常空気力係数の振幅依存性

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 徳島大学大学院 学生員 〇白石 展博

1.はじめに 空力弾性不安定振動現象であるフラッターは橋梁を破壊に導く発生の許されない現象であり、橋梁の長大化に伴いフラッターの発生の可能性は高くなっており、十分な耐風安定性を確保する必要がある。発散振動であるフラッターにおいて、断面形状、振動特性の変化に伴う物体周りの流れの変化がフラッター特性を左右するが、ここで物体に作用する非定常空気力は非定常空気力係数を用いて評価されている。そしてこの非定常空気力係数は振幅依存性がないという仮定のもとで表されており、もし振幅依存性が存在するのであれば、従来の考え方では安全面、或は経済面において問題を生じる可能性もある。そこで本研究では、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ている吸い込み式室内還流式エッフェル型風洞(幅 0.7m, 高さ 1.5m, 長さ 2.5m)を使用し、3分力荷重計を用いた強制振動法より非定常空気力係数を求めた。使用した模型は、図-1に示す $B/D=150$, 13 の模型①, ②である。

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 と空力モーメント M は Scanlan¹⁾によって提案された8つ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。

$$L = \frac{1}{2} \rho B V^2 \left\{ K H_1^* \frac{\dot{\eta}}{V} + K H_2^* \frac{B \dot{\phi}}{V} + K^2 H_3^* \phi + K^2 H_4^* \frac{\eta}{B} \right\}, \quad M = \frac{1}{2} \rho B^2 V^2 \left\{ K A_1^* \frac{\dot{\eta}}{V} + K A_2^* \frac{B \dot{\phi}}{V} + K^2 A_3^* \phi + K^2 A_4^* \frac{\eta}{B} \right\}$$

ここで、 L : 単位スパン当たりの揚力(上向き正), M : 単位スパン当たりの空力モーメント(頭上げ正)
 η : 曲げ変位(上向き正), ϕ : ねじれ変位(頭上げ正), B : 全幅, K : 換算振動数($B\omega/V$, ω : 円振動数)
 非定常空気力係数の特性として、 H_1^* は曲げモードの空力振動の不安定化を支配する曲げ速度に比例する空力減衰係数であり、値が負である時安定となる。また A_2^* はねじれモードの空力振動の不安定化を支配するねじれ速度に比例する空力減衰係数であり、値が負である時安定となる。強制振動法より求めた非定常空気力係数のうち加振振幅の変化に対して変化のあった A_2^* を図-2に示す。縦軸に非定常空気力係数 A_2^* , 横軸に無次元風速を示しており、実線は平板の理論曲線を示している。この図より A_2^* は加振振幅が大きくなるに従って高い風速において負から正に転じており、負から正に転じる風速は加振振幅 ϕ が大きい程小さくなっている。この変化の原因の1つに閉塞効果が考えられる。そこで図-1に示す同一 B/D で寸法の異なる模型③を用いて同様に非定常空気力係数を求めた結果を模型②の値とともに図-3に示す。ここで白点は模型②を用いて求めた非定常空気力係数であり、黒点は模型③を用いて求めた非定常空気力係数を示している。またカッコ内の数字は閉塞率(=(模型の投影高さ)/(風洞の高さ)×100)(%)を表している。両模型の結果は非常によく一致しており、振幅の変化による非定常空気力係数の変化が大振幅に起因する閉塞効果でないことが分かる。これらから非定常空気力係数はねじれ振幅に対して振幅依存性が存在することが明らかである。

4.フラッター解析 表-1に示すフラッター解析条件を用いてフラッター解析を行い、図-4に曲げ振幅を固定しねじれ振幅を変化させて解析した結果を示す。縦軸に対数減衰率、横軸に風速を示し、対数減衰率が0での風速がフラッター発振風速となる。この図から、 $B/D=150$, 13の両断面において、ねじれ加振振幅 ϕ の増加に伴い、フラッター発振風速は低くなっており、その変化の相対的な割合は $B/D=150$ で 13.1%, $B/D=13$ で 9.29%あり、ねじれ振幅に対して振幅依存性が認められた。また曲げ振幅の変化に対するフラッ

キーワード：フラッター、非定常空気力係数、振幅依存性

徳島大学工学部風工学研究室 〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 TEL/FAX 088-656-7323

ター発振風速の変化は認められなかった。

5.まとめ 以上のことより、非定常空気力係数において曲げ振幅に対しては振幅依存性は認められなかったが、ねじれ振幅に対して振幅依存性が認められた。またフラッター解析の結果よりねじれ振幅によってフラッター発振風速は変化しておりフラッター解析を行う際、振幅依存性を考慮する必要があると考えられる。

謝辞：本研究の一部は、(財)鹿島財団研究助成により行われたことを付記し、ここに謝意を表します。

参考文献：1) Scanlan,R.H.,Beliveau,J.G.,Budlong,K.S.:Indcial Aerodynamic Functions for Bridge Decks,Journal of the Engineering Mechanics Division,Proceeding of ASCE.Vol.100

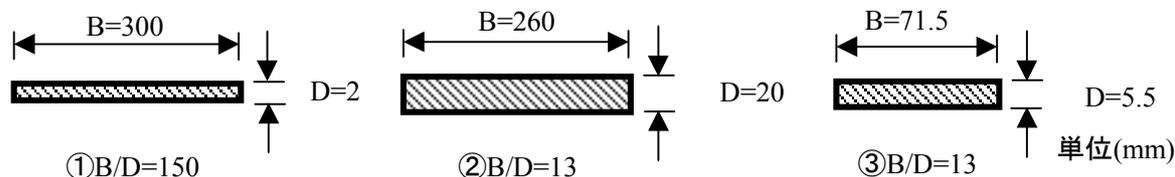


図-1 実験模型断面

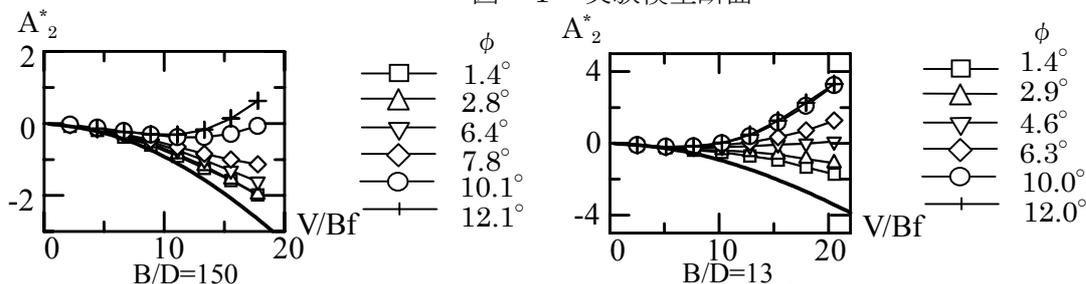


図-2 非定常空気力係数 A_2^*

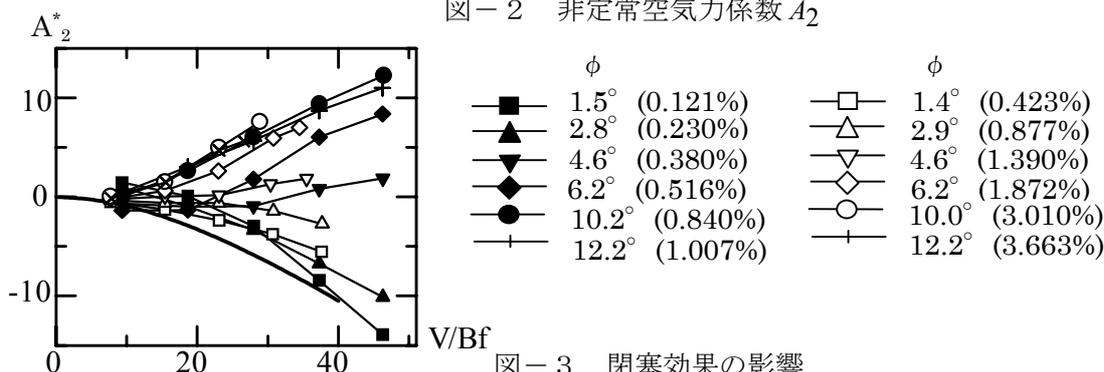


図-3 閉塞効果の影響

表-1 フラッター解析条件(構造諸元)

曲げモード		ねじれモード	
B(m)	39.0	B(m)	39.0
m(kg/m)	40140	I(kgm ² /m)	7060900
f _η (Hz)	0.0625	f _φ (Hz)	0.180
δ _η	0.05	δ _φ	0.05

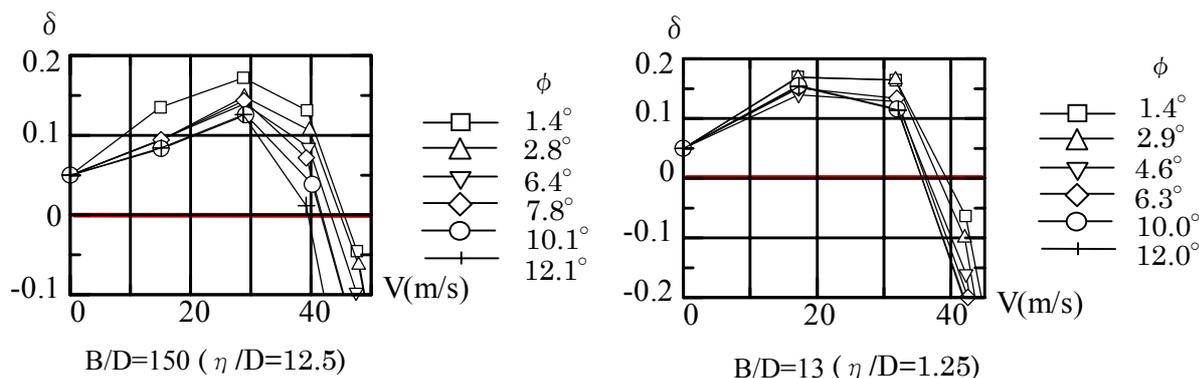


図-4 フラッター解析結果