

京都大学大学院 学生員○浜崎 博
 京都大学工学部 正 員 松本 勝
 京都大学工学部 正 員 白石 成人
 宮地 鐵工所 正 員 小林 裕輔
 京都大学大学院 学生員 川合 吉弘

1. 序

明石海峡大橋に代表されるように超長大橋の施工、計画が盛んに行われているが、長大化に伴い連成フラッターなど動的振動が深刻な問題となっており、より耐フラッター性の高いフラッター安定化策が望まれている。

本研究では、耐風安定化策として弦中央に突起（以下、センターバリアと呼ぶ）を設けた矩形断面について風洞実験及び複素固有値解析を行うことにより非定常圧力特性、非定常空気力特性及び耐フラッター性を明らかにし非定常空気力係数の耐フラッター性への寄与を考察した。

2. 非定常圧力と非定常空気力の関係

非定常空気力係数は、非定常圧力を変位同相成分と速度同相成分に分解する場合の両者の寄与を表すものと考えられる。たわみ1自由度及びねじれ1自由度強制加振実験によって得られた変動圧力係数・位相差を用いることによって非定常空気力係数を決定する無次元量を次式のように定義した。⁽¹⁾

$$\begin{aligned}\bar{C}_{pH_1} &= -\bar{C}_p \cos \psi_B, & \bar{C}_{pH_2} &= -\bar{C}_p \sin \psi_B, \\ \bar{C}_{pH_3} &= \bar{C}_p \sin \psi_T, & \bar{C}_{pH_4} &= -\bar{C}_p \cos \psi_T, \\ \bar{C}_{pA_1} &= -\bar{C}_p \frac{X}{b} \cos \psi_B = \bar{C}_{pH_1} \frac{X}{b}, \\ \bar{C}_{pA_2} &= -\bar{C}_p \frac{X}{b} \sin \psi_B = \bar{C}_{pH_2} \frac{X}{b}, \\ \bar{C}_{pA_3} &= \bar{C}_p \frac{X}{b} \sin \psi_T = \bar{C}_{pH_3} \frac{X}{b}, \\ \bar{C}_{pA_4} &= -\bar{C}_p \frac{X}{b} \cos \psi_T = \bar{C}_{pH_4} \frac{X}{b}\end{aligned}$$

ψ_B : たわみ1自由度振動における、たわみ速度下向き最大から断面上面の負圧が最大となるまでの位相差、

ψ_T : ねじれ1自由度振動における、ねじれ変位頭上げ最大から断面上面の負圧が最大となるまでの位相差、

X : 断面中心からの距離(下流向きを正)、 $\bar{C}_p$: 変動圧力係数、 b : 半弦長

また、上式を積分することによって非定常空気力係数が得られる。

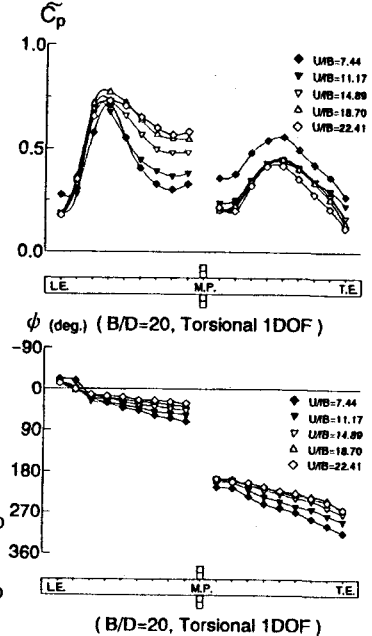


Fig.1 変動圧力係数と位相差

Hiroshi HAMASAKI, Masaru MATSUMOTO, Naruhito SHIRAISHI, Yusuke KOBAYASHI,
 Yoshihiro KAWAI

3. 実験概要

本研究では、矩形断面($B/D=20$)及び断面中央に突起を設けた矩形断面($B/D=20, h/D=0.5, 1.0$)を用いて1自由度ねじれ/たわみ強制振実験を行い非定常圧力及び位相差を測定した。この測定結果をFig.1に示す。得られた表面圧力を、断面周りで積分することによって非定常空気を算出し、位相差を用いることによって非定常空気力係数を求めた。非定常空気力係数のうち耐フラッター性に大きく寄与すると言われている A_2^* (²)をFig.2に示す。さらに、非定常空気力係数を用いて複素固有値解析を行いフラッター振動数・減衰を求め、自由振動実験を行うことにより確認を行った。その結果を、Fig.3に示す。最後に静的実験を行うことによってセンターバリア設置による静的空気力への影響について考察した。

4. 結果・考察

Fig.1より、変動圧力係数に二つのピークが存在することより二カ所の剥離及び二つの内部循環流が存在していると思われる。また、位相差に注目すると前縁部から中央まで徐々に遅れ、センターバリアを境に 180° 遅れていく。センターバリアの後ろで位相が 180° 遅れるのは断面が頭下になった時に直接センターバリアに気流が当たりセンターバリアからの剥離が最も大きくなるためと考えられる。以上よりFig.4をみれば明らかなように位相の遅れ及び二つの変動圧力係数のピークが A_2^* の絶対値を負の方向に大きくしている原因となっていることがわかった。このことより、センターバリアが耐フラッター性を向上させると考えられる。また、Fig.3より自由振動実験及び複素固有値解析によってセンターバリアが有用なフラッター安定化策であることが確認できた。

しかし一方、受風面積が増加することによって抗力が増大する可能性があり今後の検討課題となっている。

参考文献

- (1)松本 勝・白石成人・新原雄二・小林裕輔・秋山真吾：各種矩形断面のFlutter Derivativeに関する実験的研究，日本風工学会誌，1993年
- (2)Scanlan R.H.:The Action of Flexible Bridges under Wind, Part I (Flutter Theory), Journal of Sound and Vibration, 60-2 pp. 187-199, 1978.

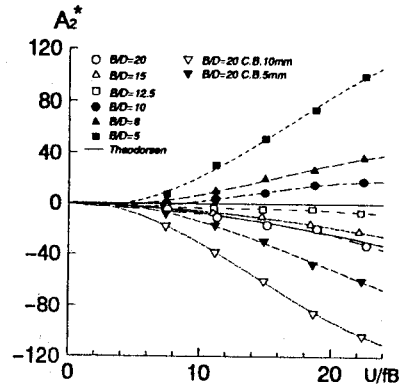


Fig.2 Flutter Derivative
 $B/D=20$ with C.B. ($h/D=1.0$)

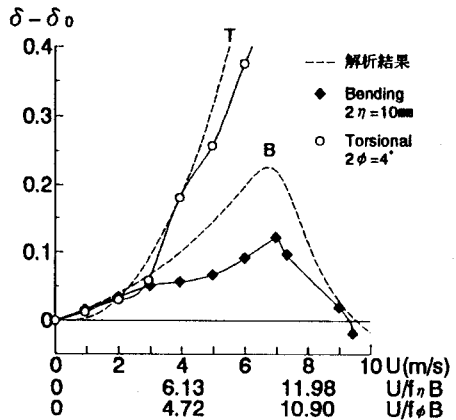


Fig.3 風速-対数減衰率図

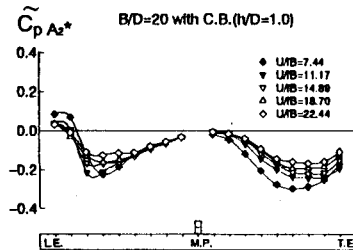


Fig.4 (変動圧力のねじれ速度同相成分)
x (中心からの距離)