

京都大学大学院 学生員○秋山真吾
 京都大学工学部 正員 白石成人
 鹿島建設* 正員 新原雄二
 本州四国連絡橋公団 正員 保田雅彦

京都大学工学部 正員 松本 勝
 京都大学工学部 正員 白土博通
 京都大学大学院 学生員 小林裕輔
 * (当時京都大学大学院生)

1. まえがき 近年, 橋梁はその技術力の進歩によりますます長大化しているが, それに伴い橋梁の耐風挙動をより正確に把握することが大切になってくる¹⁾. 長大橋梁の耐風設計において重要なことは, 風が橋梁に及ぼす作用を把握し, それによって引き起こされる橋梁の挙動を予測, あるいは制御することである. 本研究では風と橋梁の相互作用のうち, 特に長大橋梁の補剛桁において問題となるねじれフラッターと連成フラッターの発生機構^{2) 3)}を解明するために, 風洞実験により構造基本断面である矩形断面の1自由度振動時の非定常空気力特性について考察し, 非定常空気力係数間の従属関係を導いた.

2. 風洞実験概要 断面辺長比 B/D (B : 断面幅員, D : 桁高) = 20, 15, 12.5, 10, 8, 5の6種類の矩形断面を用い, 強制振動法によって一様流中で一定振幅のたわみ1自由度, 及びねじれ1自由度振動実験を行った. その時, 模型表面の平均圧力, 模型振動数成分の変動圧力, 及び変位最大(たわみ振動: 下向き最大, ねじれ振動: 頭上げ最大)から模型表面の負圧がピークとなるまでの位相差を測定した. さらに, 圧力を断面周りで積分することにより矩形断面に作用する非定常空気力(揚力 L , モーメント M)を測定した.

3. 各種矩形断面の非定常空気力特性 図-1に1自由度振動実験から求めた非定常空気力係数のうち H_2^* , A_2^* を示す. 非定常空気力特性が断面辺長比によって変化することがわかる. フラッター特性に大きな影響を与える A_2^* について見ると, $B/D=12.5$ より扁平な断面は全風速域で負の値であり, 連成フラッター型の特性を示している.

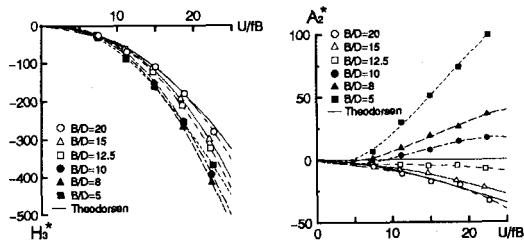
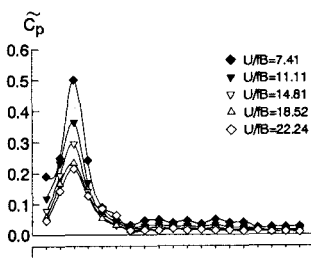


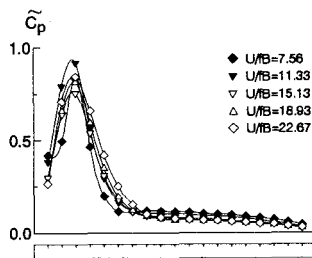
図-1 非定常空気力係数 H_2^* , A_2^*

図-2に $B/D=20$ の変動圧力係数を示す. たわみ

1自由度振動実験では, 変動圧力係数の最大値が風速により低下しているが, ねじれ1自由度振動実験では最大値がほとんど変化していないことがわかる. たわみ1自由度振動は風速の変化により相対迎角も変化するが, ねじれ1自由度振動は風速の変化による相対迎角の変化がないことを考えると, 変動圧力係数は相対迎角と非常に密接な関係があると考えられる. そこで, 相対迎角と変動圧力係数の最大値をプロットすると, 図-3の様に相対迎角と変動圧力係数の最大値がLinearな関係にあることがわかる.



Bending 1DOF



Torsional 1DOF

図-2 変動圧力係数 ($B/D=20$)

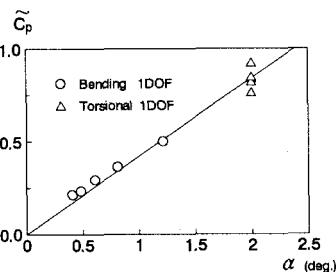


図-3 相対迎角 α と変動圧力係数の最大値

Shingo AKIYAMA, Masaru MATSUMOTO, Naruhito SHIRAIISHI, Hiromichi SHIRATO, Yuji NIIHARA**

Yusuke KOBAYASHI, Masahiko YASUDA

(**former graduate student)

図-4に $B/D=20, 5$ 変位最大と模型表面の負圧のピークとの位相差を示す。図より、位相差の分布特性はたわみ振動とねじれ振動で非常に似ていることがわかる。ねじれ振動は変位が最大となる瞬間に相対迎角も最大になるのに対し、たわみ振動は変位が最大となる瞬間よりも相対迎角が最大になる瞬間の方が位相が 90° 早い。先に、変動圧力係数が相対迎角によって決まることを示したが、位相差に関しても相対迎角を基準に考えると、たわみ振動とねじれ振動の位相差の分布特性がよく一致していることがわかる。

4. 非定常空気力係数間の関係 非定常空気力係数は、模型表面の圧力を積分して非定常空気力を求め、それを変位、及び速度同相成分に分けて求めていることから変動圧力や位相差によって互いに結びついているはずである。3で述べたように変動圧力係数は相対迎角とLinearな関係にあり、しかも相対迎角を基準にするとたわみ振動とねじれ振動の位相差特性が同じであると考えられることから、同じ相対迎角で振動する時の変動圧力係数を用いて表した8個の非定常空気力係数間に次式のような関係を導くことができる。

$$H_1^* = k H_2^*, \quad H_1^* = -k H_2^*, \quad A_1^* = k A_2^*, \quad A_1^* = -k A_2^* \quad (1)$$

図-5は、 $B/D=20$ の断面について式(1)の関係をを用いて非定常空気力係数をプロットしたものであるが、非常に良く一致していることがわかる。空気力の重ね合わせを仮定すると、2自由度振動時の8個の非定常空気力係数を減らすことも可能である。

5. 結論 本研究では1自由度振動する6種類の矩形断面 ($B/D=20, 15, 12.5, 10, 8.5$) 周りの圧力を測定し、その非定常空気力特性を考察したが、得られた結論は以下である。

- ① 相対迎角という観点から考えると、矩形断面の非定常空気力特性はたわみ振動もねじれ振動も本質的には同じであると考えられる。すなわち、相対迎角に対して ϕ の効果は無視し得るものであると考えられる。
- ② 非定常空気力係数間には、変動圧力と位相差を介して従属関係があると考えられる。

参考文献

- 1) 大橋ら: 明石海峡大橋の耐フラッター性に関する予備的検討, 第10回風工学シンポジウム論文集, 1988年
- 2) 松本ら: 超長大橋梁断面の連成フラッター特性, 京都大学防災研究所年報, 第29号, 1986年
- 3) 松本ら: ねじれフラッター 振動発生機構に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第33号, 1990年

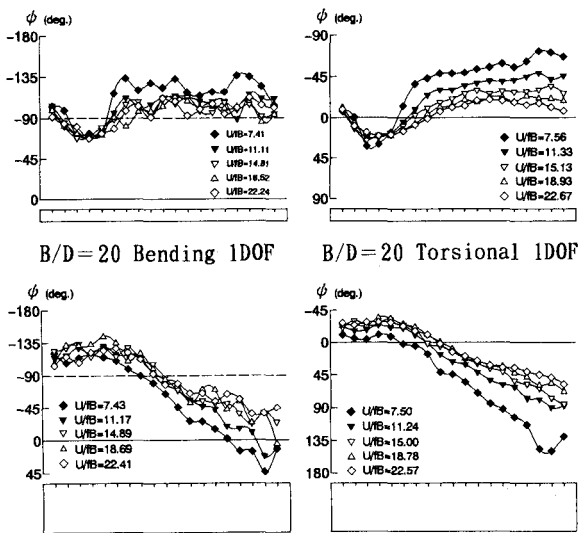


図-4 変位と変動圧力の位相差 ϕ ($B/D=20, 5$)

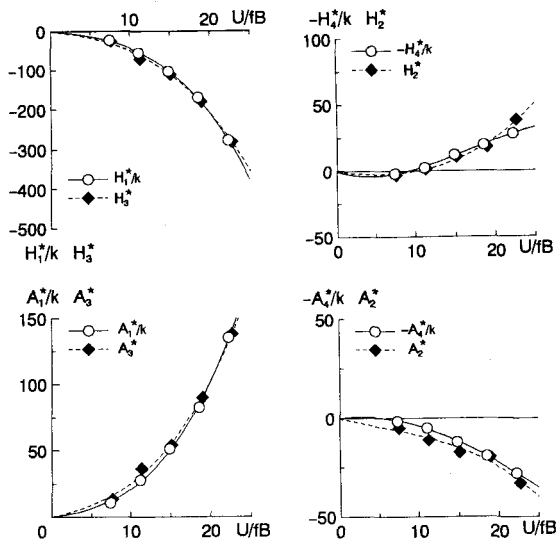


図-5 非定常空気力係数間の従属性 ($B/D=20$)