

京都大学大学院 学生員○吉住文太 京都大学工学部 正 員 松本 勝
 富士総合研究所 正 員 浜崎 博* 京都大学工学部 正 員 白石成人
 (*研究当時京都大学大学院)

1.はじめに 近年明石海峡大橋に代表される長大橋の建設が盛んになるにつれ、フラッターをはじめとする動的振動現象が重要な問題になってきており、より耐フラッター性の高い安定化策の開発が盛んに行われている。本研究では、Richardson によって提案されたタンデム形式の桁断面に注目し、楕円断面をタンデム化した場合のフラッター特性について、強制加振実験、複素固有値解析を行い考察した。

2.変動圧力係数と位相差 模型の横断面図をFig.1に示す。仮想したたわみ及びねじれ振動モードをFig.2に示す。たわみ1自由度振動及びねじれ1自由度振動の変動圧力係数をFig.3に、変位と変動圧力の位相差をFig.4に示す。位相差はたわみ1自由度振動ではたわみ速度下向き最大から上面負圧最大まで、ねじれ1自由度振動ではねじれ変位頭上げ最大（上流側楕円が上、下流側楕円が下）から上面負圧最大までの位相差を正とした。変動圧力係数は、上流側の断面に注目するとはほぼ単独の場合の結果[1]と同様の結果が得られた。下流側は、上流側と比べると前縁部のピーク値が大きくなるが、後縁部でのピーク値はほぼ同程度である。位相差は、たわみ振動に注目すると、上流側の断面の位相差はほぼ前縁から後縁にかけて一定の値を取り単独の楕円断面と同様な傾向を示す。それに対して下流側の位相差は前縁から後縁にかけて一定に位相が進む。ねじれ振動に注目すると、上流側の断面は単独楕円断面と比較すると、単独楕円断面と同様に前縁から後縁にかけてほぼ一定の値をとるが下流側断面では断面側面の中央付近まで位相が進み、その後急に位相が遅れ、その後はほぼ一定に推移する。

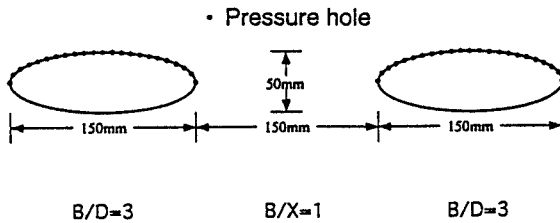


Fig.1 模型の横断面図

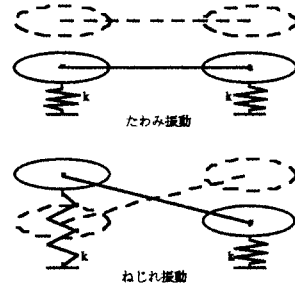


Fig.2 振動モード図

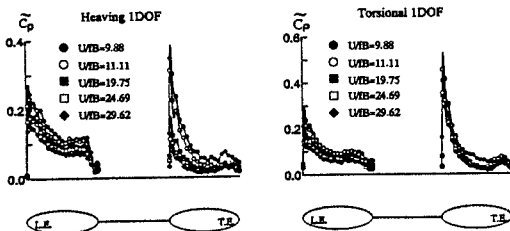


Fig.3 変動圧力係数

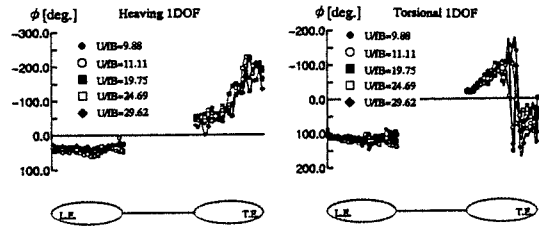


Fig.4 位相差

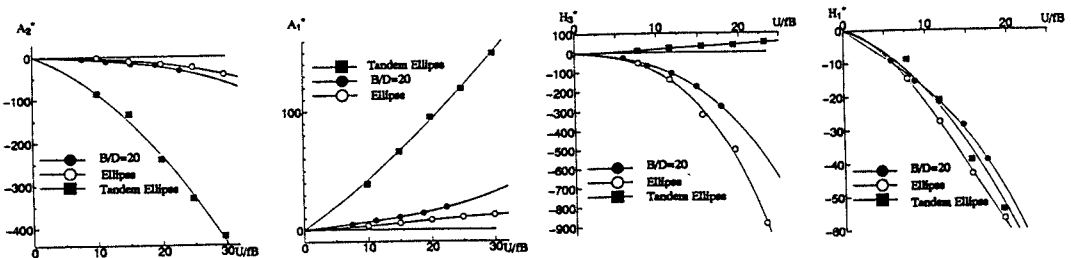


Fig.5 非定常空力係数

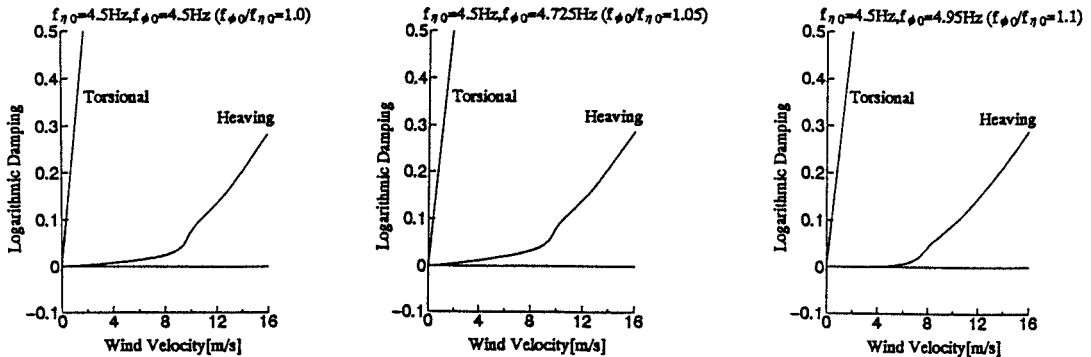


Fig.6 タンデム楕円の複素固有値解析結果

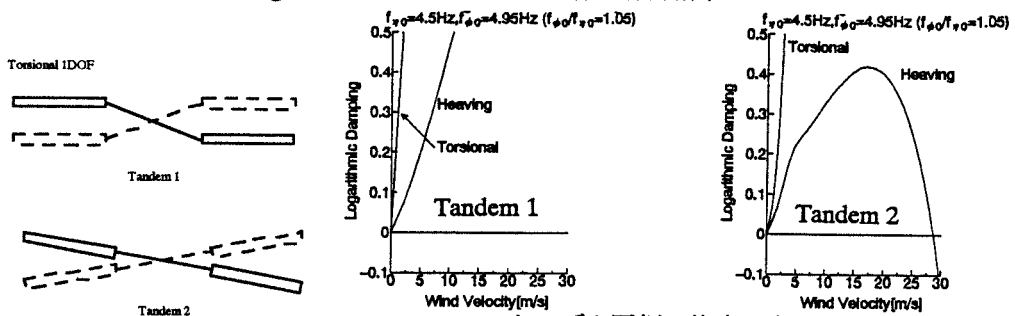


Fig.7 タンデム平板の振動特性

Fig.8 タンデム平板の複素固有値解析結果

3. 非定常空気力係数とその算出 たわみとねじれの連成振動をする桁断面に作用する非定常揚力 L 、非定常モーメント M は8個の非定常空気力係数を用いて次式のように表される[2]。

$$L = \frac{1}{2} \rho (2b) U^2 \left\{ kH_1^* \frac{\dot{\eta}}{U} + kH_2^* \frac{b\dot{\phi}}{U} + k^2 H_3^* \phi + k^2 H_4^* \frac{\eta}{b} \right\}, \quad M = \frac{1}{2} \rho (2b^2) U^2 \left\{ kA_1^* \frac{\dot{\eta}}{U} + kA_2^* \frac{b\dot{\phi}}{U} + k^2 A_3^* \phi + k^2 A_4^* \frac{\eta}{b} \right\}$$

ここで、 L ：単位スパン当たりの揚力（下向き正）、 M ：単位スパン当たりのモーメント（頭上げ正）、 η ：たわみ変位（下向き正）、 $(\cdot)$ ：時間微分、 U ：風速、 ρ ：空気密度、 b ：半弦長、 k ：換算振動数（ $= b\omega/U$ ）、 ω ：円振動数、

たわみ及びねじれの1自由度振動実験より非定常空気力係数を求めた。フラッター安定性に大きく寄与するといわれている A_2^* 、 A_1^* 、 H_3^* 、 H_1^* の結果をFig.5に示す。 H_1^* は他の断面と比べるとほぼ同程度の値を示すが、 A_2^* は他の断面に比べると負の絶対値が大きくなり安定化する。 A_1^* は他の断面と比べると絶対値が大きくなり不安定化傾向にあるが、 H_3^* の絶対値が小さいため A_1^* ・ H_3^* では安定化傾向にあるといえる。

4. フラッター特性 構造減衰を0とした複素固有値解析の結果をFig.6に示す。本研究において仮想した振動モードではフラッターは発生しなかった。比較のために、平板をタンデムにしたときのフラッター特性をTheodorsen関数を用いて考察を行った。その際、ねじれの振動モードは、Fig.7に示すように2種の振動モードについて解析を行った。その結果をFig.8に示す。タンデム楕円と同様にTandem1ではフラッターの発現は見られなかったのに対してTandem2では高風速ではあるがフラッターの発現が見られた。

5. 結論 仮想した振動モードではタンデム楕円のフラッター安定性が高いことがわかる。しかし、仮想した振動モードを実橋において再現することは困難であり、実用化に向けてこの点の検討が必要であると思われる。

（参考文献）

- [1]松本、小林、浜崎；非定常空気力係数に着目した安定化策についての考察、第13回風工学シンポジウム論文集、pp.377-382,1994.
- [2]Scanlan,R.H.,Beliveau,J.G.,Budlong,K.S.;Indicial Aerodynamic Functions for Bridge Decks,Journal of the Engineering Mechanics Division,Proceeding of ASCE.,Vol.100,EM4,August,pp.657-672,1974.
- [3]松本、小林、浜崎；構造基本断面における連成フラッターの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、pp.359-364,1994.