

京都大学大学院 学生員○藪谷忠大 京都大学工学部 正会員 松本 勝
 京都大学工学部 正会員 白土博通 京都大学大学院 学生員 吉住文太

1. はじめに

明石海峡大橋に代表されるような長大橋梁ではしばしば空力振動現象が問題となる。本研究では、空力振動現象の中でも特にフラッター振動を取り上げ、より安定な断面の開発を目指した。過去の楕円断面、センターバリア付き矩形断面、逆三角形断面 [1] を上回るフラッター安定性と断面剛性を得ることを目指し、構造基本断面として偏平六角形断面を取り上げ、たわみ及びねじれ1自由度振動強制加振での非定常圧力測定の結果から断面幾何学形状による流れ場の改善及びフラッター安定性について考究する。

2. 変動圧力係数と位相差

模型の断面図を Fig.1 に示す。たわみ及びねじれ1自由度振動時の変動圧力係数(加振振動数成分の変動圧力倍振幅を動圧で無次元化したもの)を Fig.2 に、変位と変動圧力の位相差を Fig.3 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最大から上面負圧最大までの位相差を正とした。いずれの振動状態でも変動圧力係数は前縁部及び弦長中央点において大きな値をとっている。位相差をみると前縁部近くの位相の遅れている部分は剥離せん断層内にあることが考えられる。また、高風速では弦長中央点付近で位相差が大きくとんでいる。弦長中央点より下流側では風速による影響が小さい。

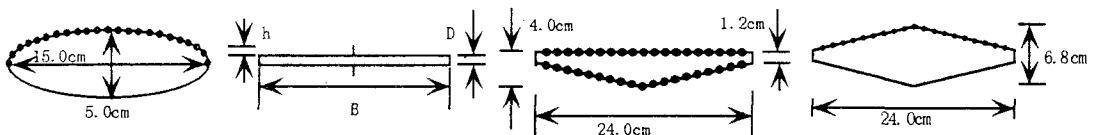


Fig.1 楕円断面, センターバリア付き矩形断面, 逆三角形断面, 偏平六角形断面模型

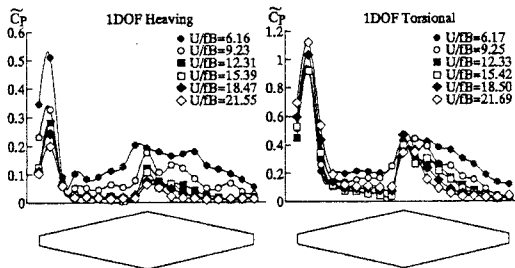


Fig.2 変動圧力係数

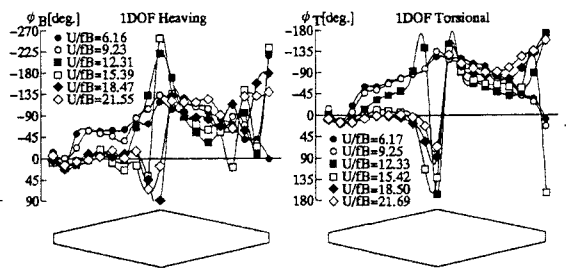


Fig.3 位相差

3. 非定常空気力係数

たわみ・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 と非定常モーメント 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]。

$$L = \frac{1}{2} \rho (2b) U^2 \left\{ k H_1^* \frac{\dot{\eta}}{U} + k H_2^* \frac{b \dot{\phi}}{U} + k^2 H_3^* \phi + k^2 H_4^* \frac{\eta}{b} \right\}, \quad M = \frac{1}{2} \rho (2b^2) U^2 \left\{ k A_1^* \frac{\dot{\eta}}{U} + k A_2^* \frac{b \dot{\phi}}{U} + k^2 A_3^* \phi + k^2 A_4^* \frac{\eta}{b} \right\}$$

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1自由度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 [3]、 H_1^* 、 H_3^* 、 A_1^* 、 A_2^* の結果を Fig.4 に示す。ねじれの減衰項となる A_2^* をみると負の値

Tadahiro YABUTANI, Masaru MATSUMOTO, Hiromichi SHIRATO, Fumitaka YOSHIKUMI

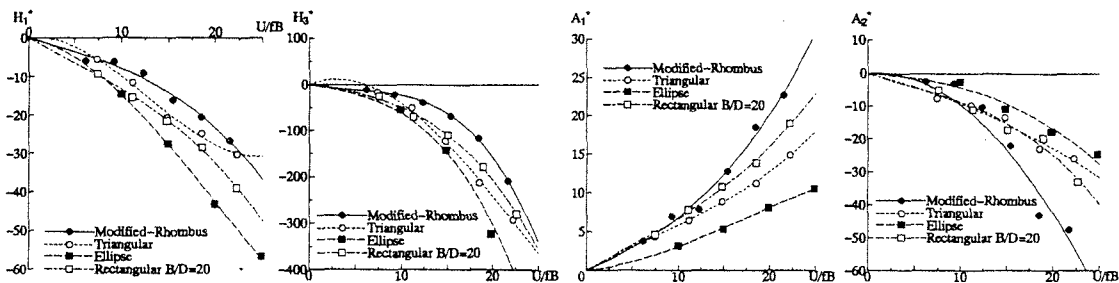


Fig.4 非定常空気力型数

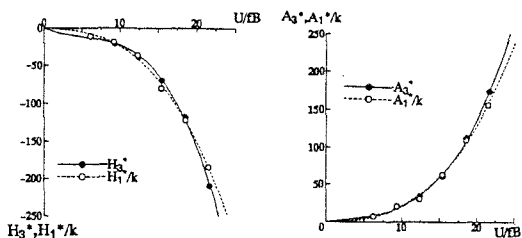


Fig.5 非定常空気力係数間の従属性

で他の断面に比べてその絶対値が大きく安定な傾向を示している。 A_1^* は他の断面に比べると絶対値が大きくなり不安定傾向にあるが、 H_3^* の絶対値が小さくなり A_1^* ・ H_3^* では安定傾向にあるといえる。また、矩形断面でよく成立する非定常空気力係数間の換算振動数を介した従属性(H_1^* と H_3^* 、 A_1^* と A_3^*)をFig.5に示す。これより、偏平六角形断面でも換算振動数を介した従属性[4]が成立するといえる。

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。他の断面よりフラッター安定性が向上している。偏平六角形断面の断面辺長比が約3.5であるにもかかわらず、 $B/D=20$ の矩形断面のフラッター発現風速を上回ることを考えるとフラッター安定性が著しく向上している。Step-by-step解析[3]によりフラッター減衰に關与する項を調べた。これをFig.7に示す。他の断面でも減衰に關与する項が変わらなかった[1]ことから、 A_2^* と H_3^* の特性によりフラッター安定化傾向にあるといえる。

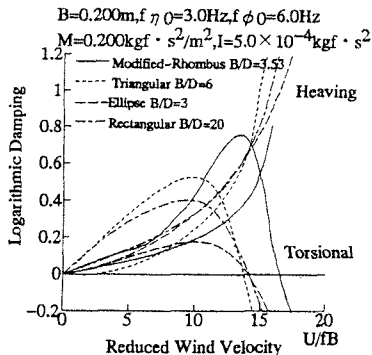


Fig.6 複素固有値解析結果

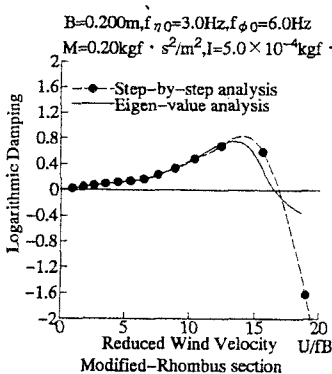
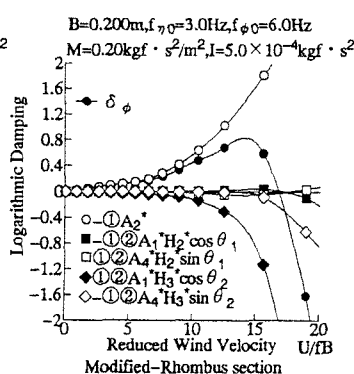


Fig.7 Step-by-step解析結果



5. 結論

偏平六角形断面はフラッターに対して安定な断面といえる。実橋への適用についての課題とともにその断面で曲げ及びねじれ剛性がどれほど得られるかについても検討していく必要がある。

(参考文献)

[1] 松本、浜崎、吉住；構造基本断面の非定常空気力特性とフラッター発生機構、構造工学論文集 Vol142A、1996、 [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、 [4] 松本、小林、新原；各種矩形断面の非定常空気力特性に関する実験的研究、土木学会第48回年次学術講演会, p.772-773, 1993