

京都大学工学部  
京都大学工学研究科  
京都大学工学研究科

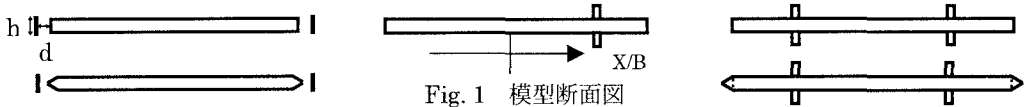
学生員 ○江口 陽紀  
学生員 松本 勝  
正会員 白土 博通

横河ブリッジ  
京都大学大学院

正会員 谷脇 好徳<sup>1)</sup>  
学生員 四條 利久磨  
1) 研究当時京都大学大学院

**1. 序論** 本研究で対象とするフラッターは自己励起型発散振動であり、橋梁の破壊につながる為、超長大橋を建設する際には、フラッター振動に対して安定な断面の開発が不可欠である。これまでに行われてきた優れたフラッター安定性を有する桁断面形状開発を目的とした研究により、適切な条件の下で断面の非定常空気力係数を全体に低減すること、あるいは非定常圧力特性および位相特性を制御して励振力を相殺させることで、フラッター安定性を高められることが明らかとなった。そこで本研究ではその流れを汲み、偏平箱桁断面にサイドプレートあるいはバッフルプレートを設置した断面を対象として風洞実験を行い、そのフラッター特性および安定化機構に関して考察を行う。

**2. 対象とした断面** 本研究で対象とした断面は、Fig. 1に示すように、断面辺長比 $B/D=20$  ( $B$ : 全弦長300mm,  $D$ : 断面高さ15mm) の矩形断面およびその両端に1辺15mmの正三角形のフェアリングを付加した偏平六角断面にサイドプレートまたはバッフルプレートを設置した断面である。サイドプレートの幅は2mm, 高さ ( $h$ で定義) は6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30mmの9種類に、サイドプレートと模型との距離 ( $d$ で定義) は矩形断面では15, 30, 45, 60mmの4種類, 偏平六角断面では30, 45, 60mmの3種類に変化させることができる。バッフルプレートは幅8mmで、高さは矩形断面の桁高と等しい。一本あるいは一対のバッフルプレートを、矩形断面上を0.05 $B$ 刻みで設置することができる (設置位置は、断面中央点より下流方向を正にとった無次元距離 $X/B$ で定義)。これらの断面に対して、迎角( $\alpha$ で定義)  $0^\circ$ ,  $3^\circ$ の場合において、たわみ・ねじれ各1自由度強制加振実験を行った。



**3. 非定常空気力係数** 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 $M$ を、Scanlanによって提案された8個の非定常空気力係数 $H_i^*$ ,  $A_i^*$  ( $i=1\sim4$ ) を用いて次式で定式化した[1].

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

ただし、 $\eta$ : たわみ変位 (下向き正, 弦長中央点における変位),  $\phi$ : ねじれ変位 (頭上げ正),

( $\dot{\phantom{x}}$ ): 時間微分,  $U$ : 風速,  $\rho$ : 空気密度,  $b$ : 半弦長,  $k$ : 換算振動数 ( $=b\omega/U$ ),  $\omega$ : フラッター振動数

**4. サイドプレート付き断面におけるフラッター特性** サイドプレートと模型との距離  $d=30$ mm ( $\alpha=0^\circ$ ) の場合において、Fig.2 にねじれの空力減衰項  $A_2^*$ , Fig.3 にフラッター限界風速の平板空気力の解に対する比 ( $U_{cr}^*$ と定義) を示す。この値が1を超えると2次元平板よりも優れたフラッター安定性を有していることになる。

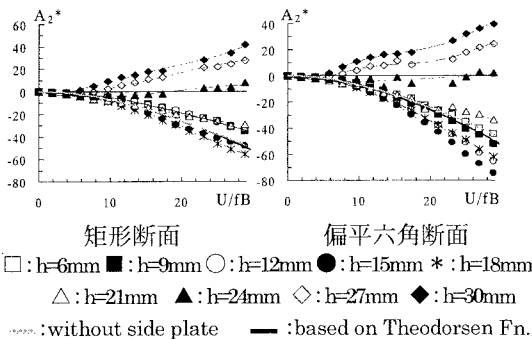


Fig. 2 サイドプレート付き断面の  $A_2^*$  ( $\alpha=0^\circ$ )

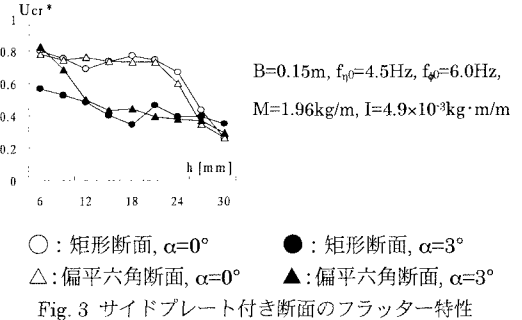
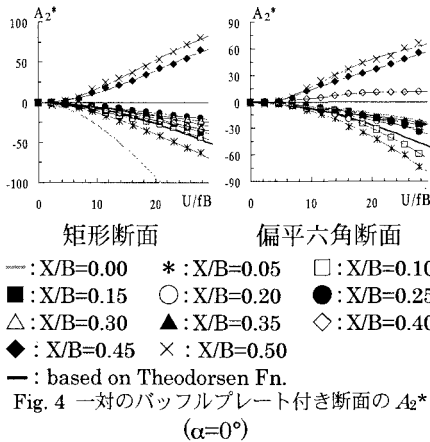


Fig. 3 サイドプレート付き断面のフラッター特性

矩形断面・偏平六角断面ともに、サイドプレートが  $h=24\text{mm}$  以上の比較的高い断面で  $A_2^*$  が正を示し、ねじれ振動に対して不安定になっている。同じ位置に同じ高さのサイドプレートを設置した矩形断面と偏平六角断面の特性を比較すると、ほぼ同じ傾向を示しており、フェアリング付加による大幅なフラッター安定化は期待できない。いずれの断面も 2 次元平板のフラッター限界風速を上回ることにはなかった。サイドプレートが  $h=9\text{mm}$  以下の低い場合を除いてフェアリングの効果が得られていない。これは、サイドプレートからの剥離流れが開口部ではなく断面に時間平均的に再付着し、断面前縁部からの剥離が阻害されるために、フェアリングを付加することによる特性の変化が現れないものと考えられる。また、 $d=15, 45, 60\text{mm}$  の場合においても、フラッター特性はほぼ同じ傾向がみられ、サイドプレートと矩形との距離の違いによる変化はみられないことがわかる。

### 5. バッフルプレート付き断面におけるフラッター特性

一対のバッフルプレート付き桁断面の  $A_2^*$  を、平板空気力に対する値および矩形断面あるいは偏平六角断面の側面中央にバッフルプレートを設置した断面の値と併せて Fig. 4 に示す。バッフルプレートを断面外側に設置した場合に  $A_2^*$  が正を示し、ねじれ振動に対して不安定



化している。矩形断面の  $X/B=0.00$  の断面では、 $A_2^*$  が非常に小さくねじれ振動に対して優れた安定性を有していると考えられる。一本のバッフルプレート付き矩形断面の  $A_2^*$  を、平板空気力に対する値と併せて Fig. 5 に示す。  $\alpha=0^\circ$  ではいずれの断面においても  $A_2^*$  は負を示すが、  $\alpha=3^\circ$  にすると、  $X/B=0.25, 0.40$  と断面後縁側にバッフルプレートを設置した断面で  $A_2^*$  が正を示し、ねじれ振動に対して不安定になっている。中央からの距離が等しい断面で比較すると、断面前縁側にバッフルプレートを設置した方が  $A_2^*$  が負で絶対値が大きいことから、断面前縁側にバッフルプレートを設置した方が空力特性の改善に効果的であると考えら

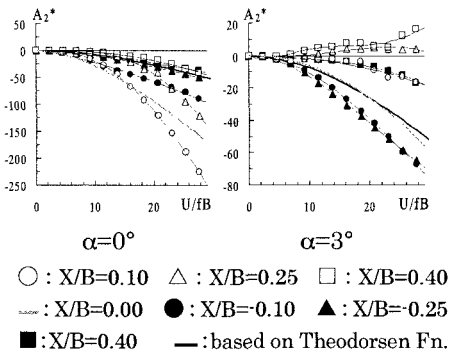


Fig. 5 一本のバッフルプレート付き断面の  $A_2^*$

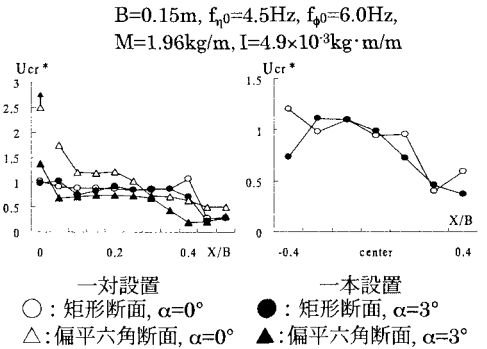


Fig. 6 バッフルプレート付き断面のフラッター特性

れる。 Fig. 6 にバッフルプレート付き断面のフラッター特性を示す。この値が1を超えると2次元平板よりも優れたフラッター安定性を有する。偏平六角断面の側面中央にバッフルプレートを設置した断面が、  $\alpha=0^\circ$  では測定風速域でフラッターが発生せず、  $\alpha=3^\circ$  でも平板空気力の解の1.38倍と高い限界風速を示し、本研究で対象とした断面中最も優れた耐フラッター安定性を有した。また  $\alpha=0^\circ$  において、矩形断面に対して  $X/B=0.00, 0.10$  に一本設置した場合、および偏平六角断面に対して  $X/B=0.05$  に一対設置した場合に、たわみ分枝でフラッターが発現した。

**6. 結論** サイドプレートの高さおよび設置位置を様々に変化させたが、いずれの断面においても非定常空気力係数の大幅な低減は見られなかった。また、フェアリング付加による大幅な空力特性の改善は得られなかった。バッフルプレートを偏平六角断面の側面中央に設置した断面において、  $\alpha=0^\circ$  では測定風速域でフラッターが発生せず、  $\alpha=3^\circ$  でも高い限界風速を保ち本研究で対象とした断面中最も優れた耐フラッター安定性を示した。

#### 【参考文献】

- [1] Scanlan, R.H., Belveau, J.G., Budlong, K.S.(1974): "Indicial Aerodynamic Functions for Bridge Decks", Jour. Eng. Mech. Division, Proc. ASCE., Vol.100, EM4.