偏平箱桁断面のフラッター安定化を目的とした実験的研究

京都大学工学部	学生員	江口	陽紀	横河ブリッジ	正会員	谷脇	好徳1)
京都大学工学研究科	710-	松本	勝	京都大学大学院	学生員	四條	利久磨
京都大学工学研究科	正会員	白土	博通		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 0.05B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(αで定義)0°,3°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.



<u>3. 非定常空気力係数</u>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*=1~4)を用いて次式で定式化した[1].

 $L = \frac{1}{2}\rho(2b)U^{2}\left\{kH_{1}^{*}\frac{\dot{\eta}}{U} + kH_{2}^{*}\frac{b\dot{\phi}}{U} + k^{2}H_{3}^{*}\phi + k^{2}H_{4}^{*}\frac{\eta}{b}\right\} \land M = \frac{1}{2}\rho(2b^{2})U^{2}\left\{kA_{1}^{*}\frac{\dot{\eta}}{U} + kA_{2}^{*}\frac{b\dot{\phi}}{U} + k^{2}A_{3}^{*}\phi + k^{2}A_{4}^{*}\frac{\eta}{b}\right\}$

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

(^{*}):時間微分, U:風速, :空気密度, b:半弦長, k:換算振動数(=b /U), :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=30mm の場合におい て, Fig.2 にねじれの空力減衰項 A2*(α=0°), 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(Ucr*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.矩形断面・偏平 六角断面ともに,サイドプレートが h/D=1.5 以上の比較的 高い断面で A2* 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



キーワード:フラッター,非定常空気力,サイドプレート,バッフルプレート 連絡先:京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻気圏工学講座

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL:075-753-5093 FAX:075-761-0646

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はなかった.サイ ドプレートが h/D=0.9 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=15,45,60mm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. 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
ト付き桁断面のA2*を,
平板空気力に対する値
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A2*が正を示し,ねじ
れ振動に対して不安定
化している.一本のバ
ッフルプレート付き矩
形断面のA2*を,平板空
気力に対する値と併せ



てFig. 5 に示す.α=0°ではいずれの断面においてもA2* は負を示 すが,α=3°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A2* 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A2* 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れる.Fig.6 にバッフル プレート付き断面のフラッター限界風速の平板空気力の解に対す る比(Ucr*と定義)を示す.この値が1を超えると2次元平板より

Ucr* 0.8 B=0.15m, $f_{\eta 0}$ =4.5Hz, $f_{\phi 0}$ =6.0Hz, 0.6 M=1.96kg/m, I=4.9×10⁻³kg• m/m 0.4 0.2 h [mm] 0 24 12 30 :矩形断面, α=0° :矩形断面, α=3° :偏平六角断面, α=3° :偏平六角断面, $\alpha=0^{\circ}$ Fig. 3 サイドプレート付き断面のフラッター特性



Fig. 6 バッフルプレート付き断面のフラッター特性

も優れたフラッター安定性を表す.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.