超長大橋桁断面のグレーチング配置及び開口率の変化によるフラッター特性

京都大学大学院	学生員	四條	利久磨
京都大学工学研究科	7±0-	松本	勝
JR九州	正会員	中島	亘章 1)
京都大学大学院	学生員	谷脇	好徳
	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,最後には橋梁の破壊を招くことから,超 長大橋を建設する際には,耐フラッター安定性の確保は最重要課題である.これまでの研究から,橋梁床板にグ レーチング(風抜き部)を持つ断面が優れたフラッター特性を有することが明らかとなっている.そこで本研究では, グレーチングの配置位置及び開口率を系統的に変化させたグレーチング付き桁断面を対象に風洞実験を行うこと で,グレーチングがフラッター特性に及ぼす影響に関して考究する.

2. 対象とした断面 本研究で対象とした風洞実験用二次元模型断面図をFig.1に示す.全体の辺長比*B/D*=20の骨組 みに開口率20%,40%,60%,80%,100%のグレーチング付き床板を系統的に配置させたType1~Type7の断面で ある.ここで,開口率100%は床板を取り付けない状態を示す.また,フェアリングを桁端部に付加したType1F, 2F,5F,7Fの断面では開口率を20%,60%,100%の3種類に変化させた.

B=350mm			
Type 1 $\frac{1}{2}$	Type 5	Type 1F ◀	
Type 2 \square \square \square \square \square \square \square \square \square	Type 6 0 - 0 - 0 - 0 - 0	Type 2F ⊲ T T T T T T T T T T T T T T T T T T	
Type 3	Туре 7 🗊 – 🗊 – 🗊 – 🗊 – 🗊 – 🗊	Type 5F ◀———————————————————————————————————	
Type 4		Type 7F ◀드드드드┣	
	Fig.1 模型断面図		格子状グレーチング略図

<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^{*}, A^{*}(*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 <u>4. 非定常空気力特性</u> 非定常空気力係数のうち, A_2^* はねじれ振動に関する空力減衰係数であり, $A_2^* < 0$ で安定, $A_2^* > 0$ で発散を示し,ねじれフラッター及び連成フラッターの発生に深く関わる.本研究で対象とした断面では, A_2^* は開口率によらずほぼ同じ傾向を示したので,ここでは,開口率40%における A_2^* をTheodorsenによる二次元平

板に対する理論値及び閉塞断面の値と併せてFig.2に示す. (a) =0°...Type 1()では, A_2 *はU/fB=10まで二次元平板 と同様の傾向を示すが,U/fB=10以上から増加に転じ, U/fB=20以上で A_2 *>0を示す.Type 2(),5()は測定風速 内(U/fB=29.7)で A_2 *<0を示す.一方,Type 3(),4()は U/fB=4程度の極めて低風速で A_2 *>0を示し,ねじれ振動に がし非常に不安定な断面であると言える.また,Type 6⁻²⁰ (),7()は他の断面に比べ A_2 *の絶対値が極端に小さく⁻⁴⁰ 0近傍の値を示す為,僅かな差で安定性が大きく変化する⁻⁶⁰ (b) =3°...Type 7()を除き,全ての断面でU/fB=5以下の 極めて低風速において A_2 *>0を示し,迎角を有する場合,



キーワード:フラッター,非定常空気力,グレーチング,エッジフェアリング 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 極端に安定性が悪化することが分かる.さらに,Type3(),4()ではA₂*が一旦正に転じた後再び負に転じており,風速限定型フラッターの特性を示している.

5. フラッター解析結果 非定常空気力係数を用いてたわみ・ねじれ2自由度系で複素固有値解析を行い,その結果 得られた風速-対数減衰率図を開口率40%についてFig.3に, Type 7についてFig.4に示す.

(a) =0°...Type1(),2(),5()は二次元平板に対し0.83~0.90倍の発現風速を示す.一方,Type3(),4(),
6(),7()は極めて低風速においてA₂*>0を示す為,ねじれフラッターが発生し,二次元平板に対し0.17~0.44倍の非常に低い発現風速を示す.しかし,Type7の開口率60%以上では,測定風速内でフラッターが発生しない.
(b) =3°...Type1~6は二次元平板に対し0.17~0.37倍の非常に低い発現風速を示し,特にType1(),2(),5()
は迎角を有すると発現風速は極端に低くなる.一方,Type7は開口率40%以上では,測定風速内でフラッターが発生する.
ヒしない.また,Type3(),4()では4(b)で述べたA₂*の特性により風速限定型ねじれフラッターが発生する.
以上より,Type7(オールグレーチング断面)の開口率60%以上では,=0°,3°ともに測定風速内でフラッターが発生する.



6. フェアリング効果 フェアリング付き断面(開口率60%)のA₂*からフェアリング無し断面(開口率60%)のA₂*を差 し引いた図をFig.5に示す.値が負であればフェアリング付加により空力減衰が得られたことを意味する.

図より,閉塞断面(-)やType1()では,=0,3と もにねじれの減衰項A₂が大幅に小さくなるが,両端に 位置する床板部にグレーチングを設けたType2(),両 端と中央床板にグレーチングを設けたType5()及び Type7()のオールグレーチング断面においては,閉塞 断面やType1ほど空力減衰は得られないことが分かる. これは,上流側前縁部にグレーチングを設けると,圧 力緩和により開口部を気流が通過する為,フェアリン グを設置しても断面前縁部に形成される剥離バブルの 状態が変化してしまい,扁平な断面の流れ場に近づく フェアリング効果が阻害されてしまう為と考えられる.



7. 結論 1. Type 7 (オールグレーチング断面)では,開口率60%以上にすると =0°,3°ともに測定風速内(*U/fB*=29.7) でフラッターが発生せず,本研究で対象とした断面中,最も優れた安定性を有した.

2.フェアリング付加による安定化効果を得る為には,断面前縁部に位置する床板にグレーチングを設けない方が よいことが明らかとなった.

【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.