

住友重機械工業(株)

正会員○大東義志

京都大学工学研究科

フェロー 松本 勝

京都大学工学研究科

正会員 陳 新中

(株神戸製鋼所¹⁾)

正会員 市川靖生

(株銭高組²⁾)

正会員 平川 淳

¹⁾ 研究当時京都大学大学院²⁾ 研究当時京都大学工学部

1. はじめに

近年、経済性を重視した長大斜張橋端 2 主桁断面が注目されており、その空力特性とりわけフラッター安定性を系統的に調査することは、将来の長大斜張橋の主桁断面としての適用可能性を検討する上で重要である。そこで本研究では長大斜張橋端 2 主桁断面の耐風性について実験的検討を加えた。特に主桁形状及び主桁位置の変化をパラメータとした、断面の幾何学形状変化による基本的空力特性を静的三分力及び非定常空気を測定することで、解明しようとするものである。

2. 実験概要

本研究で用いた模型はFig.1に示すように、断面幅 $B=300\text{mm}$ 、高さ $d=5\text{mm}$ の断面辺長比 $B/d=60$ の矩形断面の床版に主桁位置 b を 50mm まで内側に主桁が設置可能な構造となっている。主桁形状は桁高 $D'=25\text{mm}$ と 40mm の I 桁と桁高 $D'=20\text{mm}$ の Box (箱) 桁と桁高 $D'=27\text{mm}$ の円柱状の桁と桁高 $D'=25\text{mm}$ の I 桁に化粧板を設置した三角形の桁および台形状の桁の 6 種類の主桁形状を設定した。以下それぞれ I 桁小断面、I 桁大断面、Box 桁断面、円柱桁断面、三角形 Box 桁断面、台形断面と呼ぶことにする。そこでこれらの断面を用いて静的空気力測定およびたわみ・ねじれ各 1 自由度強制加振による非定常空気力測定を行った。静的空気力測定の測定傾斜角(迎角) α は $-10^\circ \sim +10^\circ$ までの 1° ピッチである。強制加振実験の加振条件はたわみ片振幅 $\eta_0=10\text{mm}$ 、ねじれ片振幅 $\phi_0=2^\circ$ とし、設定傾斜角(迎角) $\alpha=-6^\circ$ 、 -3° 、 0° 、 $+2^\circ$ 、 $+4^\circ$ 、 $+6^\circ$ 、加振振動数はともに $f=1.3\text{Hz}$ である。

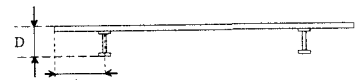


Fig. 1 I 桁小断面 ($D=30\text{mm}$, 主桁位置 $b=50\text{mm}$)

3. 主桁位置の違いによる空気力特性への影響

I 桁小断面については $b=4 \sim 50\text{mm}$ まで変化させて、静的空気力を測定した(Fig.2)。モーメント係数 C_M 曲線の勾配が正勾配から負勾配に転じるピークを示す迎角が $b=4\text{mm}$ の断面においては $\alpha=+1^\circ$ 付近にあるのに対して、 $b=50\text{mm}$ の断面については $\alpha=+3^\circ \sim +4^\circ$ であり、主桁位置が内側になるにつれて、

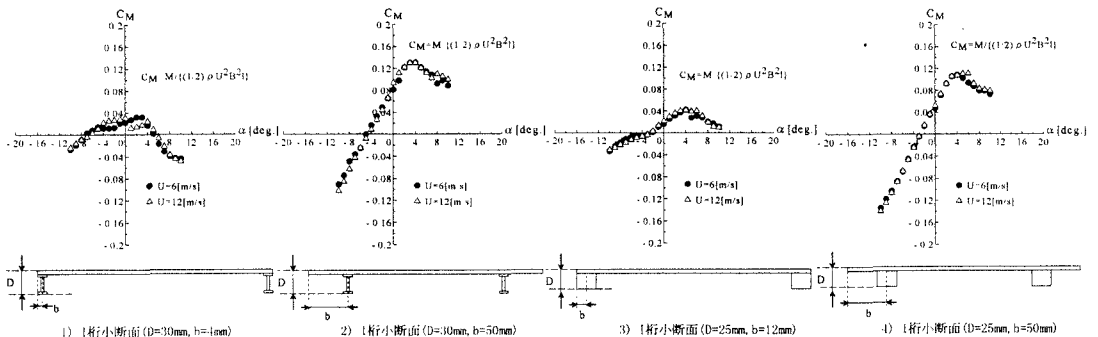


Fig. 2 主桁位置を変化させた時の静的モーメント係数の変化

Yoshiyuki DAITO, Masaru MATSUMOTO, XZ Chen, Yasuo ICHIKAWA, Jun HIRAKAWA

高迎角側に移行する傾向が見られる．また $\alpha=0^\circ$ 付近における C_M 曲線の勾配 $dC_M/d\alpha$ の値も主桁位置を内側に設置するほど大きくなり，耐ねじれフラッター安定性が向上することが考えられる．また他の断面についても同様なことが言え，従って，主桁位置がより内側になるにつれて，モーメント係数 C_M 曲線のピークは高迎角側に移動し， $dC_M/d\alpha$ の値も主桁位置を内側に設置するほど大きくなり，耐ねじれフラッター安定性が向上することが明らかになった．

また非定常空気力特性(Fig.3)も静的空気力特性と同様の傾向を示し，ねじれ振動の空力減衰を示す非定常空気力係数 $A_2^*[1]$ に着目すれば， $\alpha=0^\circ$ で主桁位置が床版端部付近で A_2^* が低風速域で負から正に転じ，ねじれフラッターが発生する．それに対し，内側に主桁を配置すると A_2^* が高風速域においても負値を示すなど耐ねじれフラッター安定性は向上する．しかし， $\alpha=+2^\circ$ 以上の正迎角では主桁位置を内側に設置しても， A_2^* は低風速域から正値を示し，ねじれフラッターが発生するため正迎角での空力特性の改善が必要である．このように桁を内側に設置することで耐風性が向上すると考えられる．

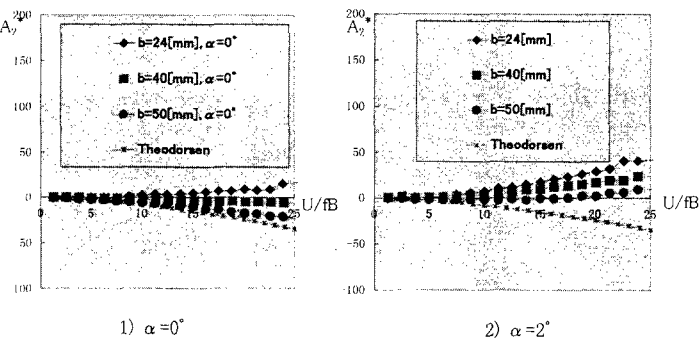


Fig.3 主桁位置を変化させた時の非定常空気力係数 A_2^*

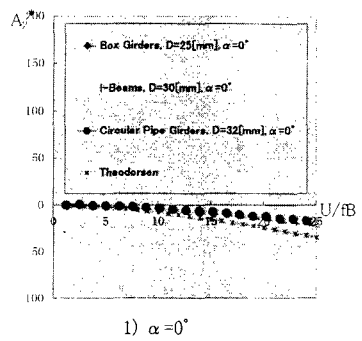


Fig.4 主桁形状を変化させた時の非定常空気力係数 A_2^*

4. 主桁形状の違いによる静的空気力特性への影響

基本断面において I 桁小断面，I 桁大断面，Box 桁断面，円柱桁断面，三角形 Box 桁断面，台形断面と異なる主桁形状の断面を同じ桁位置（ $b=50\text{mm}$ ）で比較する．主桁高さが異なり，断面辺長比 B/D は I 桁小断面，三角形 Box 桁断面，台形断面で 10，Box 桁断面で 12，円柱桁断面で約 9.4 と異なるにも関わらず，静的空力特性は類似し，特に I 桁小断面，Box 桁断面，円柱桁断面で非定常空気力特性(Fig.4)も酷似しており，桁形状の変化が静・動的空力特性に及ぼす影響は小さいものと考えられる．

5. まとめ

◎端 2 主桁断面は主桁を内側にするほど耐ねじれフラッター安定性が向上する理由として，床版下面において，主桁からの剥離せん断層による負圧領域が，主桁を断面中心に移動させるにつれ回転中心に近づき，負圧領域の重心と回転中心の間のアーム長が短くなり，床版下面の頭下げモーメントが減少したためと考えられる．

◎桁位置が同じであれば主桁形状の変化による空力特性への影響は小さい．これは前述の主桁からの剥離せん断層による負圧領域の重心位置と回転中心とのアーム長さの変化が空力特性において支配的であり，主桁形状変化による剥離バブルの大きさの変化の影響は小さいものと考えられる．

参考文献 [1] R.H.Scanlan, et. al.; Indicial Aerodynamic Functions for Bridge Decks, Proc. of ASCE, EM4, 1974,