

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 学生員 荒木健二

1. はじめに 近年、経済的利点を有する少主桁構造の端2主桁(2-Edge Girders)橋が長大斜張橋の主桁断面として注目されている。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自由振動実験および非定常圧力測定実験を行うことで、解明しようとするものである。

2. 実験概要

模型はFig.1(a)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 c を50mmまで内側に主桁が設置可能な構造となっている[1]。主桁形状は断面辺長比 $B/D=10$ のI桁の他に $B/D=10, 12$ のBox(箱)桁と $B/D=9.4$ の円柱状の桁の4種類の主桁形状を設定した。以下それぞれI桁断面、Box桁(小・大)断面、円柱桁断面と呼ぶ。これらの断面を用いて、ねじれ・たわみ各1自由度の自由振動実験(バネ支持実験)による渦励振特性の把握を試みた。また、Fig.1(b)(c)に示すI桁断面の断面側面(上下面ともに圧力孔は20点)の非定常圧力測定を行うことでねじれフラッター発生メカニズムや主桁位置の変化による非定常圧力特性の変化について考察する。ねじれ1自由度強制加振実験による加振条件はねじれ片振幅 $\phi_0=2^\circ$ とし、設定傾斜角(迎角) $\alpha=-3^\circ, 0^\circ, +3^\circ, +6^\circ$ 、加振振動数は $f_{\phi 0}=2.0\text{Hz}$ である。

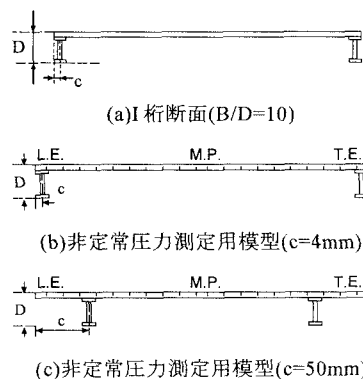


Fig.1 本研究で用いた模型断面

3. 断面の幾何学形状変化による渦励振応答特性の違い

たわみ1自由度系におけるI桁断面の $c=4\text{mm}$ と 50mm の自由振動実験結果をFig.2に示す。紙面の都合上、掲載していないが、主桁形状の違いにより渦励振の最大振幅が異なり、主桁形状の違いがたわみ渦励振に及ぼす影響は大きいことが言える。また、主桁形状に関わらず、主桁位置の違いによる影響も大きく、その発現風速は床版(上面)に付属物(高欄, センターバリア等)がない場合、下面の主桁間隔 B を用いて $1.67B/D$ と

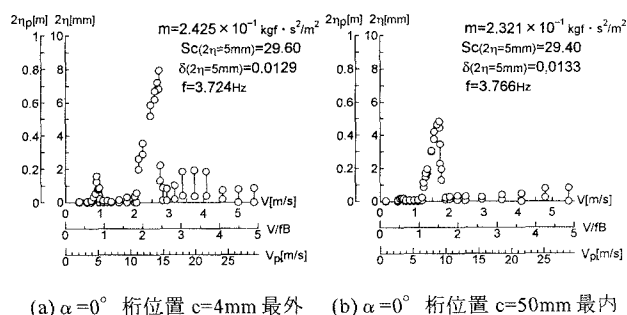


Fig.2 たわみ1自由度系 V-A 図 (I桁断面)

ほぼ一致し、下面からの剥離渦が支配的であることが明らかになった。ねじれ1自由度系(Fig.3)においても同様に、主桁形状の違いがたわみ渦励振に及ぼす影響は大きいことが言える。また、ねじれ1自由度系については高風速において、ねじれフラッターが発現する場合もあるが、Fig.3に示すように主桁位置、迎角(α)によってその特性は大きく変化することがわかる。

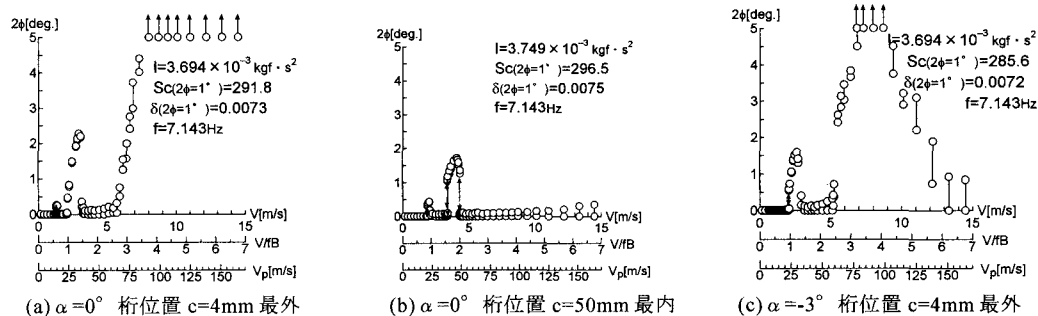


Fig. 3 ねじれ1自由度系 V-A 図 (I 桁断面)

4. I 桁断面(B/D=10)の非定常圧力特性

I 桁断面のねじれ1自由度強制加振における非定常圧力測定結果について Fig.4~5に示す。主桁位置を最も外に配した I 桁断面の迎角 0° におけるねじれフラッター発生メカニズムとして、 $U/B=3.5$ の場合、後縁側に大きな減衰力が働く。また、 $U/B=5.0, 7.0$ では、下面後縁側の励振力が卓越し、ねじれフラッターが発生しているものと考えられる。 $U/B=9.0, 12.0$ では、上下面ともに後縁側で励振力が働き、ねじれフラッターが発生するものと

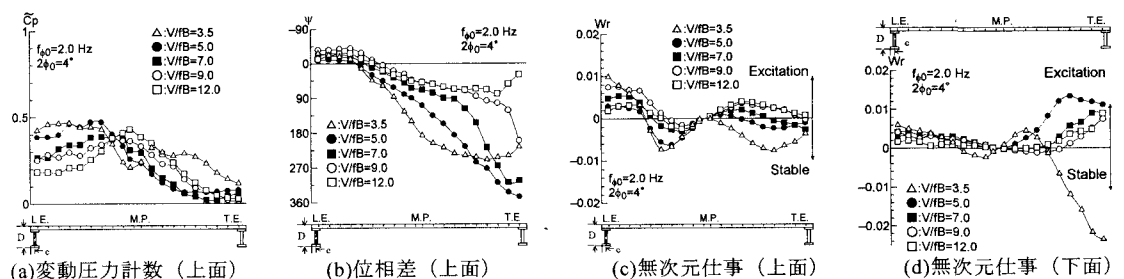


Fig. 4 非定常圧力特性 (ねじれ1自由度, $\alpha=0^\circ$)

考えられる。次に主桁を内側に配する(Fig.5)と、どの風速においても $\alpha=0^\circ$ の上面では、位相が断面中央付近から急激に進み、後縁側で減衰力が働く。下面では、桁間後縁側で減衰力が働き、桁を内側に配した場合にねじれフラッターが安定化することとされる。上面において $B/D \geq 15$ 以上の矩形断面と類似した位相特性[2]を示し、桁を外側に配した場合と大きく異なることが明らかになった。主桁を内側に配することによる断面形状変化の影響は、上下面の流れ場に表れ、特に上面では位相特性が、主桁を内側に配することで、ねじれフラッタータイプから連成フラッタータイプの流れ場へと変化することで振動が安定化することが明らかになった。

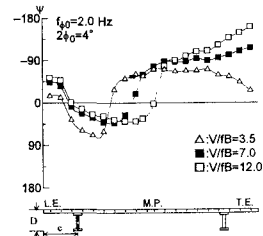


Fig. 5 非定常圧力特性

(位相差, 上面, $\alpha=0^\circ$)

5. まとめ ◎渦励振応答特性を評価する上で重要な高欄、センターバリア等は設置しておらず、定性的な評価として、主桁位置、主桁形状の変化による渦励振応答特性への影響は大きい。

◎主桁位置を最も外に配した I 桁断面におけるねじれフラッター発生メカニズムとして、上下面の後流側での励振力がその振動応答に支配的である。

◎主桁を内側に入れるほど振動応答が安定化する理由として、主桁を内側に配することで、ねじれフラッタータイプから連成フラッタータイプの流れ場へと変化し、振動が安定化する。

謝辞 この研究は京都大学大学院工学研究科気圏工学講座と住友重機械工業㈱の共同研究として行われたことをここに付記するとともに多大なる御協力を頂いた関係各位に謝意を表する。

参考文献 [1] 松本, 大東, 陳他; 長大斜張橋端主桁基本断面の空力特性, 第15回風工学シンポジウム論文集, 1998.[2] 松本, 新原他; 構造基本断面のフラッター発生機構に関する研究, 構造工学論文集, Vol.40A, 1994.