

2 主桁断面の空力弾性振動メカニズムに関する研究

九州工業大学大学院 学生会員 ○貞島健介 永島寛之 倉吉由香

九州工業大学 正会員 久保喜延 山口栄輝

木村吉郎 加藤九州男

1. はじめに

近年、長大橋の補剛桁形式として、軽量化や省力化による経済性を期待できる2主桁断面が注目されている。しかし、2主桁断面は風に対して不安定な断面であるために、長大橋に適用するには、耐風安定性を向上させる必要がある。これまで、2主桁断面の耐風安定化には、構造部材ではないフェアリング等の部材が用いられてきたが、これは2主桁断面における最大のメリットである経済性を損なう可能性がある。そこで、著者らは、構造部材のみで耐風安定化を図るために、主桁や高欄の設置位置を変化させて2自由度応答実験や静的3分力測定を行ってきた¹⁾。本研究では、これまでの研究を受けて、2主桁断面の空力弾性振動メカニズムの解明²⁾を目的として、たわみ振動に着目し非定常圧力測定を行った。

2. 実験概要

非定常圧力測定は、九州工業大学の境界層型波浪風洞縮流部(測定断面1800mm×1100mm)を使用し、図1に示す供試模型をたわみ1自由度の強制加振状態に設置した。供試模型(図1)は、応答実験で用いた模型と同様の断面($B/D=10$)である。I桁は床版端部からの距離をCとして、張り出し比を $C/D=0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ と変化させることができ、壁高欄として高さ12mmのアルミアングルを設置した。また、床版中央の上面には30点、下面には29点、計59点の圧力測定孔を配置した。測定ケースは、応答実験結果を参考に、壁高欄を設置していない断面(以下、基本断面と称す)、壁高欄を床版端部に設置した断面(壁高欄床版端部)、床版端部と壁高欄上端とのなす角 θ が $\theta=30^\circ$ となるように壁高欄を設置した断面(上面剥離点角度 $\theta=30^\circ$)の各断面において $C/D=0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ と主桁位置を変化させた場合の12ケースについて、たわみ無次元倍振幅を $2A/D=0.10, 0.15, 0.20$ と変化させた計36ケースとした。加振振動数は3.0Hzに設定し、測定は迎角 $\alpha=0^\circ$ のみで行った。なお、たわみ無次元倍振幅を変化させた結果、その非定常圧力特性は類似していたため、紙面の都合上、ここでは、基本断面におけるたわみ無次元倍振幅 $2A/D=0.15$ の結果のみを示す。

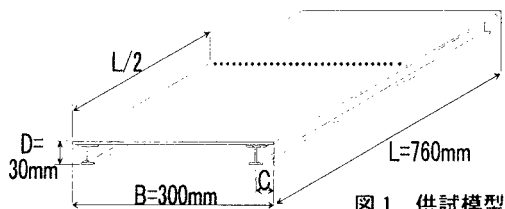


図1 供試模型

3. 実験結果と考察

3-1. 応答特性

基本断面におけるたわみ振動応答図を図2に示す。全てのケースにおいて、渦励振が2つの風速域で発生している。どちらの渦励振の場合も C/D が大きくなるにつれて、渦励振の発振風速は低くなりその最大振幅は減少している。 $C/D=0.5 \rightarrow 2.0$ になるにつれて、その最大振幅は無次元倍振幅で $2A/D=0.26 \rightarrow 0.07$ と1/4程度にまで減少している。

3-2. 非定常圧力特性

非定常圧力測定の結果を図3～図5に示す。グラフは全て換算風速 $V_r=18.3$ での非定常圧力係数、位相差、無次元仕事を示している。

3-2-1. 非定常圧力係数(図3)

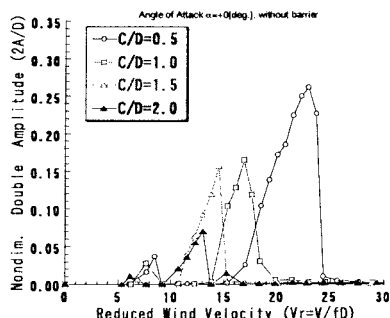


図2 たわみ振動応答図(基本断面)

図3によると、床版上面よりも床版下面における C_{pf} の方が大きくなっており、床版上下面共に C/D が大きくなるに従い C_{pf} が小さくなっている。特に床版下面においてその差が顕著に現れており、 C/D が大きくなるにつれ C_{pf} のピーク値は小さくなりピークとなる位置は上流側へと移動している。

3-2-2. 位相差 (図4)

床版上面では、 C/D が大きくなるに従い測点1~10の領域において位相差の勾配は急となっている。測点10より下流側では C/D の増加に伴い位相差が負となる領域が増加し、 $C/D=1.5, 2.0$ においては全ての測定点で位相差が負となっている。床版下面では、主桁間の位相差の勾配が、 C/D の増加に伴い緩和されている。また、どの C/D においても主桁の設置位置付近で位相差が不連続に変化しており、 $C/D=1.5, 2.0$ の上流側においては、主桁の設置位置付近で位相が急激に進んでいる。この位相の進みと主桁間の位相差の勾配が緩和されることによって、位相差が負となる領域が広がり、制振への寄与が増加する。

3-2-3. 無次元仕事 (図5)

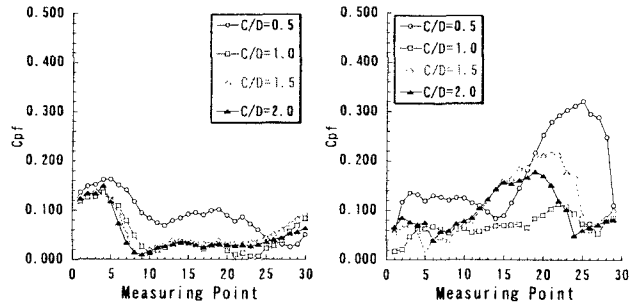
床版上下面共に上流側での仕事は負となっており、下流側では C/D の増加に伴い無次元仕事は減少し、 $C/D=1.5, 2.0$ の床版上面においては全ての測定点で仕事が負となっている。また、床版上面よりも床版下面の無次元仕事の絶対値が大きい。すなわち、床版上下面における非定常圧力係数の差が振動発生に支配的であると考えられる。

4. まとめ

- (1) 基本断面において、床版上面よりも床版下面の方が励振および制振に与える影響が大きい。
- (2) 基本断面において、主桁を内側に設置することで床版上下面の流況が変化し、下流側における励振力が制振力へと移行することで対風特性が向上する。

5. 参考文献

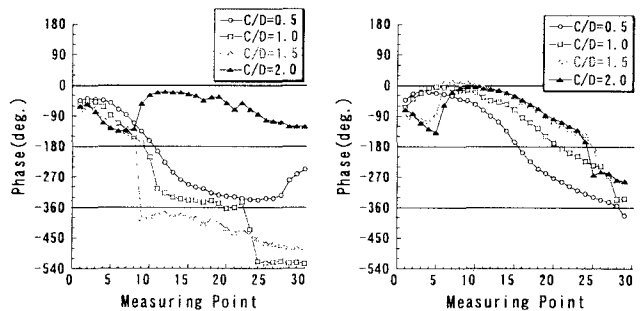
- 1) 久保, 貞島他: 斜張橋用2主桁断面の対風特性, 構造工学論文集, Vol. 46A, pp. 1073-1078, 2000
- 2) 久保, 貞島他: 2主桁橋の空力弾性振動メカニズムに関する研究, 第16回風工学シンポジウム, pp. 357-362, 2000



(a) 床版上面

(b) 床版下面

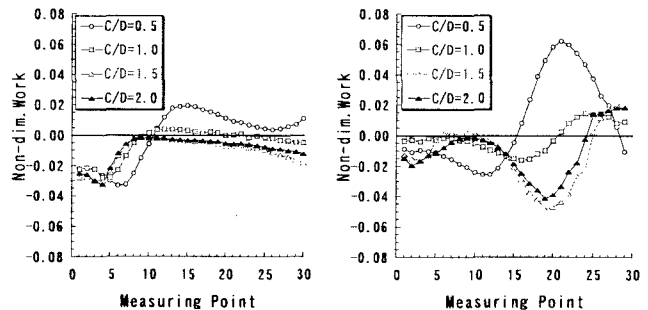
図3 Vr=18.3における非定常圧力係数



(a) 床版上面

(b) 床版下面

図4 Vr=18.3における位相差



(a) 床版上面

(b) 床版下面

図5 Vr=18.3における無次元仕事