

I - B 359

剥離干渉法にもとづく斜張橋用2主桁断面の耐風安定化策について

九州工業大学 学生員 岡本有造 貞島健介
 九州工業大学 正会員 久保喜延 山口栄輝
 住友重機械工業(株) 正会員 古賀貴

1. はじめに この春完成した多々羅大橋は、中央支間長を 890m まで延ばして世界最大の斜張橋となり、斜張橋も従来吊橋の領域といわれていたスパンを実現できるようになりつつある。この様に橋梁の長大化が進むにつれて、より経済的かつ十分な耐風安定性をもつ合理化設計が、これまで以上に重要視されてくる。そこで、軽量構造化による経済性が期待できる断面形状として、2主桁断面が注目されている。海外では、この2主桁断面を斜張橋に採用している例がいくつか見られるが、その多くには耐風安定性を確保するために、フェアリング等の耐風安定化策が施されている。しかし、より経済性を追求するため構造部材のみによって耐風安定性が確保できるならば、2主桁断面が斜張橋に採用される可能性も大きくなる。そこで、本研究では著者等が検討を続けている剥離干渉法の考え¹⁾にもとづいて、応答実験および静的3分力測定を行い、2主桁断面の基本的な空力特性の把握を目的としている。

2. 実験概要 実験には測定断面が 1070mm × 1070mm の回流式風洞を使用し、一様流中において、たわみとねじれの2自由度系での応答実験および静的3分力測定を行った。実験模型は 図1に示す断面を基本断面とする2主桁断面で、実橋として幅員 20m、桁高 2m の4～6車線を想定して、縮尺を 1/66 とした。模型長 760mm、断面幅 300mm、桁高 30mm で断面比 $B/D=10$ の扁平断面である。1桁は床板端部からの距離を C として、 $C=15\sim60\text{mm}$ の範囲で 7.5mm 刻みで移動可能である。また、壁高欄として高さ 12mm のアルミアングルを設置した。実験パラメータは桁高 D で無次元化した C/D を用いて、 $C/D=0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0$ としている。模型の諸元を表1に示す。

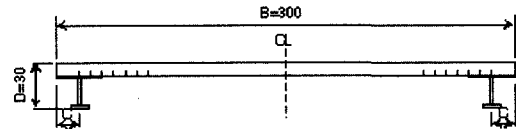


図1 模型基本断面（単位:mm）

表1 模型諸元（基本断面）

	たわみ振動	ねじれ振動
単位長さあたり重量 (kgf/m)	5.03	
単位長さあたり極慣性モーメント (kgf・m・s ² /m)		0.0067
振動数 (Hz)	2.17	4.19
対数構造減衰率	0.0048	0.0013

3. 実験結果と考察

3-1 2自由度応答実験 図2～図4に応答図を示す。グラフの横軸は換算風速 V_r 、縦軸はたわみ無次元倍振幅 $2A/D$ 及びねじれ倍振幅 2ϕ [deg.]を示している。黒印のプロットは加振時応答を示している。加振時応答とは、ゼロ発振では応答は現れないが、起振力を加振器で与えると、ある振幅で定常振動となる応答のことである。実験は、全て迎角 $\alpha=0^\circ$ で行った。

(1) たわみ振動 (図2) 全てのケースにおいて渦励振が2回発生している。高風速側の渦励振では、 C/D が大きくなるにつれて渦励振発振風速は低くなり、その最大振幅は減少する傾向を示している。 $C/D=0.5$ では $2A/D=0.26$ であった渦励振最大振幅は、 $C/D=2.0$ では $2A/D=0.07$ と 1/4 程度にまで減少しており、 C/D を増すことにより耐風特性が向上する傾向が見られる。

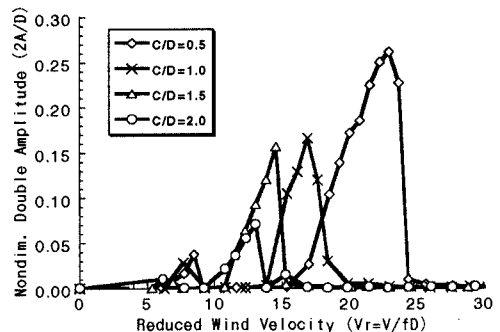


図2 たわみ振動応答図（基本断面）

キーワード：2主桁断面、耐風特性、経済性、構造部材、剥離干渉法

連絡先：〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel. (093)884-3109 Fax. (093)884-3100

(2) ねじれ振動(図3) $C/D=0.5$ ではフラッターの発生が見られるが、発振風速は C/D が大きくなるにつれて飛躍的に上昇しており、 $C/D=1.5$ 以上では $Vr=120$ までフラッターは発生していない。また、 $C/D=1.5$ において、 $Vr=20$ 付近で最大振幅が $2\phi=3.5^\circ$ 程度の渦励振が発生している。しかし、この渦励振も $C/D=2.0$ では、 $2\phi=1.0^\circ$ 程度の加振時応答のみとなり、 $C/D=2.0$ は良好な耐風特性を示した。

(3) 壁高欄設置時のねじれ振動(図4) 基本断面(高欄を設置していない)において良好な耐風特性を示した $C/D=2.0$ の桁端部に壁高欄を設置すると、 $Vr=12$ 付近で最大振幅 $2\phi=3.2^\circ$ 程度の渦励振、 $Vr=30$ 付近でフラッターが生じ、基本断面に比べてその耐風特性はかなり低下した。そこで、剥離干渉法を考慮した位置に壁高欄を移動させると、測定した $Vr=120$ までの範囲では目立った振動は発生せず、本検討の中で最良の耐風特性を示した。ここで、剥離干渉法を考慮した壁高欄の設置位置とは、文献1)で述べているように、床版端部と高欄上端とを結ぶ線と床版上面とのなす角度が $\theta=30^\circ$ となる設置位置である。

3-2 静的3分力測定(図5) $C/D=0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ の4ケースについて静的3分力を測定した。ここでは、興味深い結果が得られた抗力についてのみ図5に示す。グラフの横軸は迎角 α 、縦軸は抗力係数 C_D である。測定迎角を $-10^\circ \sim +10^\circ$ の範囲で 2° 刻みで変化させた。

ほぼ全ての測定迎角において、 C/D が大きくなるにつれて抗力係数は減少している。迎角 $\alpha=0^\circ$ を見てみると、 $C/D=0.5$ では抗力係数 $C_D=1.65$ 程度であるのに対して、 $C/D=2.0$ では $C_D=1.3$ 程度と2割近く減少しており、1桁を内側に入れることにより、風荷重がかなり低減される。

4. まとめ

(1) 剥離干渉法の考えにもとづいて C/D を大きくす

るほど、たわみ振動の渦励振最大振幅は減少し、ねじれ振動のフラッター発振風速は飛躍的に上昇する。つまり、 $C/D \leq 2.0$ の範囲内では1桁を内側に設置するほど耐風特性は向上する。

(2) 壁高欄を桁端部に設置することにより耐風特性は低下するが、高欄の設置位置も剥離干渉法を適用することで、耐風特性を向上させることができるということが、2主桁断面においても確認された。

(3) 1桁を内側に設置することにより断面の実質的な流線形化が図られ、抗力係数が低減されている。本実験では、2割近い低減が見られた。

剥離干渉法という考え方をを用いれば、構造部材(1桁、高欄)の位置変化のみで、十分な耐風安定性を確保できることが判明した。

尚、本研究は鋼材倶楽部の「土木構造研究助成金制度」で行われたことを記して謝辞とする。

1)久保 他「橋梁断面における空力干渉作用のメカニズムについて」第13回風工学シンポジウム論文集 pp.353-358

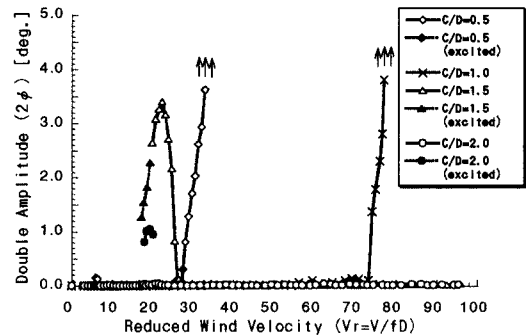


図3 ねじれ振動応答図(基本断面)

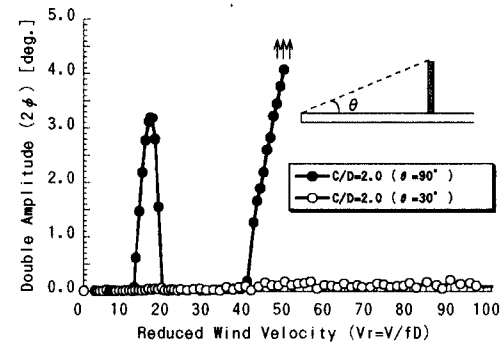


図4 ねじれ振動応答図(壁高欄設置)

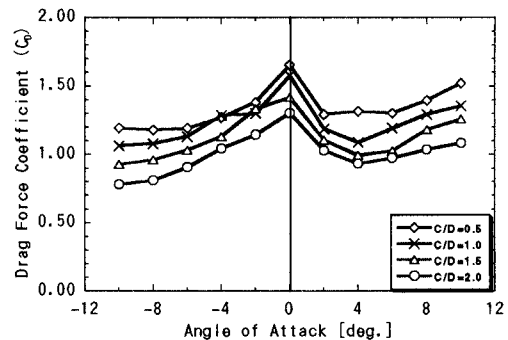


図5 抗力係数(基本断面)