

## 二箱桁断面の表面圧力計測結果

本州四国連絡高速道路(株)	正会員	遠山 直樹
本州四国連絡高速道路(株)	正会員	山田 郁夫
本州四国連絡高速道路(株)	正会員	楠原 栄樹
独立行政法人 土木研究所	正会員	麓 興一郎

### 1. はじめに

長大橋の設計において、耐風安定性の確保は重要な課題の一つであり、桁断面形状はフラッターの限界風速を満足するように選定されている。これまでの検討において、箱桁中央に開口部を設けた二箱桁形式が耐風安定性に優れ、さらに桁端のフェアリングを台形にすることにより大幅に耐風性が向上することが明らかとなっている<sup>1)</sup>。これらの桁形状については、基本的な断面に対し、経験的に耐風性が向上する部材を試行錯誤的に適用した風洞試験を実施することにより選定したものであるが、これらの断面の耐風性向上メカニズムが解明されれば、より合理的な断面の開発が可能になると考えられる。昨年度は二箱桁断面を基本として、三角形フェアリング及びより耐風性に優れる台形フェアリングを有する桁断面について、表面圧力分布の計測を実施した結果、フェアリング形状の違いによる圧力分布の相違は上流側の箱桁の下面に大きく現れることが明らかとなった<sup>2)</sup>。今年度は、各種耐風安定化部材の有無に着目して表面圧力分布の計測を行った。

### 2. 試験概要

表面圧力計測の対象とした桁断面は、台形フェアリングを有する二箱桁断面である(図-1)。計測用の風洞模型(部分模型)の縮尺は1/70とし、1断面あたり約100点の圧力計測孔を設けている。今回は各種耐風安定化部材の有無が及ぼす影響に着目し、何も部材を付加しない断面(A-0)を基本として、徐々に耐風安定化対策を施し、たわみ加振・ねじれ加振時の表面圧力分布がどのように変化するかを調査した。試験風速は換算風速  $V_r (=U/fB)=14, 20, 27$  の3風速とし、迎角  $\alpha = +3, 0, -3$  deg. の3迎角について計測を行った。

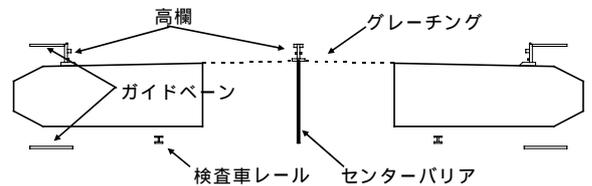


図-1 二箱桁断面(4車線, 桁高3m)

### 3. 表面圧力計測結果

表面圧力計測の結果は、松本らの研究<sup>3)</sup>と同様に、模型表面の各計測点の圧力振幅を接近流の動圧を用いて無次元化し、変動圧力係数として整理を行った。各計測点の位相差は、たわみ一自由度加振の場合はたわみ変位がピーク(下向き最大)となる瞬間から、上面の負圧がピークとなるまでの位相遅れを正として定義した。また、ねじれ一自由度加振の場合はねじれ変位がピーク(頭上げ最大)となる瞬間から、上面の負圧がピークとなるまでの位相遅れを正として定義した。圧力計測試験結果の一例として図-2に基本断面A-0と高欄・グレーチングを付加した断面A-2の非定常空気力分布( $L_R$ )と変動圧力係数分布等を示す。 $L_R$ について見ると、図の破線部に示すように、高欄およびグレーチングを付加することにより、上流側箱桁上面の $L_R$ 分布が改善されると考えられ、さらにこの効果は、上流側高欄の存在による変動圧力の低下によるものと考えられる。なお、 $L_R$ 分布の改善効果は $\alpha = -3$ 度においては顕著に見られない。

### 4. 非定常空気力係数への影響

図-3に各断面のフラッター発現風速とフラッター特性に影響が特に大きいと考えられる3つの非定常空気力係数  $M_I (A_2^*/2)$ 、 $L_R (H_3^*/(-2))$  および  $M_{Z_I} (A_1^*/(-2))$  の推移を示す。各種耐風安定化部材を付加するに従い、各非定常空気力係数の絶対値が小さくなる傾向が見られる。既往の研究より、 $M_I$  については負

キーワード 二箱桁、表面圧力分布、フラッター特性、耐風安定化部材

連絡先 〒651-0088 兵庫県神戸市中央区小野柄通4-1-22 JB 本四高速 長大橋技術センター TEL:078-291-1073

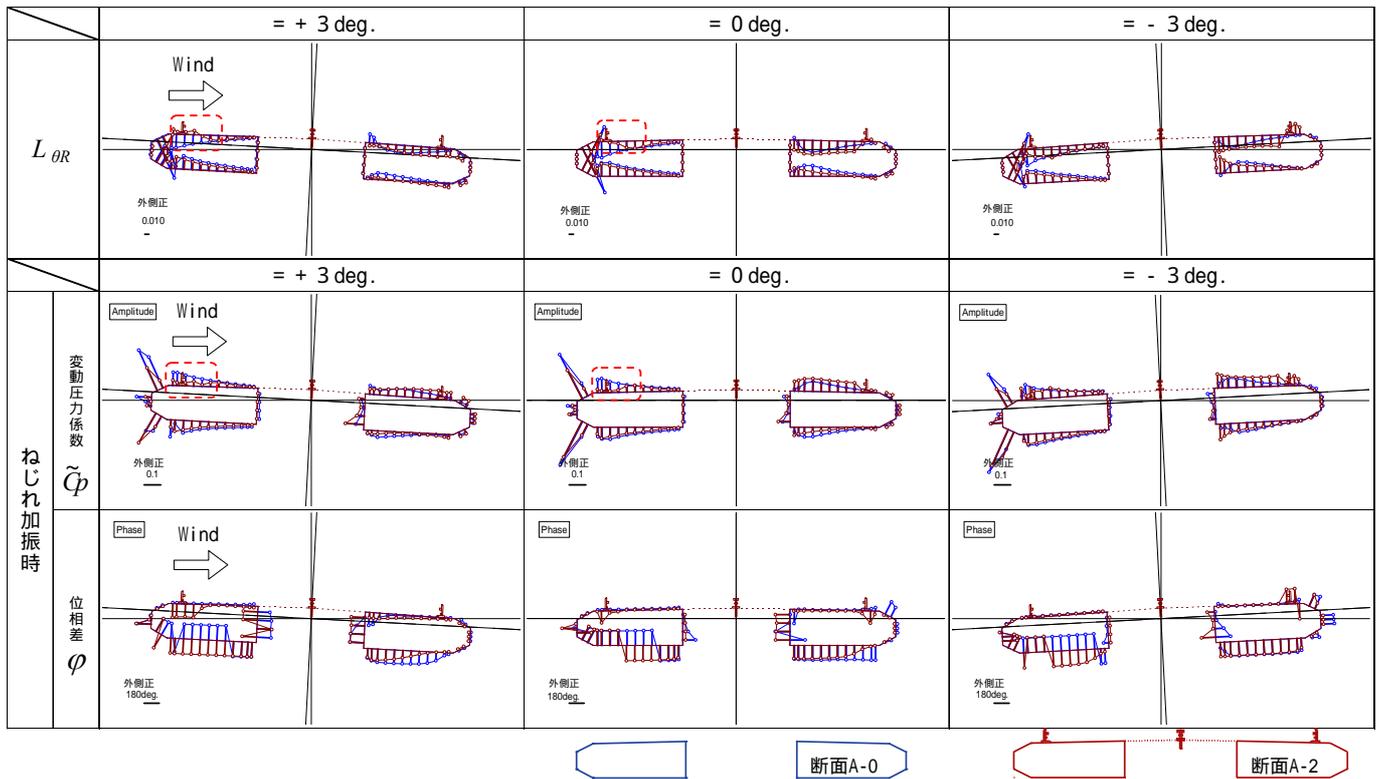


図-2 非定常空気力係数、変動圧力係数および位相差の分布(断面 A-0(青色)と断面 A-2(茶色)を重ねて表示)の絶対値が大きいほどフラッター安定性は向上することが知られているが、各種部材を付加した断面 A-3 に関しては A-0 に比べ  $M_I$  の効果について見れば不安定化の傾向であるが、 $L_R$  及び  $M_{Z_I}$  の効果で安定性を確保した断面であると考えられる。

断面		迎角	$V_i$ [m/s]	$M_I$	安定	$L_R$	安定	$M_{Z_I}$	安定
			10 20 30	0 -0.3 -0.6 -0.9	→	0 -5 -10	←	0 .3 .6 .9	←
A-0		+3°	21.1	●	-0.63	●	-8.09	●	0.62
		0°	21.2	●	-0.62	●	-9.93	●	0.51
		-3°	20.4	●	-0.60	●	-9.08	●	0.65
A-2		+3°	>27.0	●	-0.33	●	-4.90	●	0.21
		0°	27.1	●	-0.34	●	-7.60	●	0.25
		-3°	19.8	●	-0.30	●	-8.59	●	0.36
A-1		+3°	17.2	●	0.00	●	-3.78	●	0.20
		0°	19.1	●	-0.06	●	-4.30	●	0.32
		-3°	20.6	●	-0.19	●	-5.00	●	0.33
A-3		+3°	>27.0	●	-0.21	●	-3.13	●	0.03
		0°	>27.0	●	-0.08	●	-4.43	●	0.02
		-3°	18.8	●	-0.09	●	-5.51	●	0.22

$M_I, L_R, M_{Z_I}$ : 表面圧力計測で得られた非定常空気力係数

$V_i$ : 表面圧力計測で得られた非定常空気力係数を用いて複素固有値解析を行い算出されたフラッター発現風速(風洞風速)

図-3 フラッター発現風速と非定常空気力係数の推移(耐風安定化部材の影響)

今回の検討で以下の事項が明らかになった。

- (1)高欄及びグレーチングには、正迎角側における  $L_R$  と  $M_{Z_I}$  の改善効果があると考えられる(A-0 と A-2 との比較)
- (2)センターバリアには、断面 A-2 の迎角依存性を鈍くする影響があると考えられる(A-2 と A-1 との比較)
- (3)ガイドベーンには、正迎角側における  $L_R, M_I, M_{Z_I}$  の改善効果があると考えられる(A-1 と A-3 との比較)

### 5. 今後の課題

二箱桁断面を対象として、耐風安定化部材の有無が表面圧力分布に及ぼす影響を調査した。今後のこの試験結果についてさらに考察を行うとともに、今回の圧力計測と同じ状態におけるバネ支持試験、三分力計測、非定常空気力計測および開口部近傍の気流計測を実施する予定である。

参考文献：1)秦、麓、楠原、平野、大廻：二箱桁断面の耐風安定性に関する検討、土木学会第 57 回年次学術講演会、2002.9

2)秦、麓、楠原、遠山：二箱桁断面の表面圧力計測結果(速報)、土木学会第 60 回年次学術講演会、2005.9

3)松本、阿部、吉住：並列矩形断面のフラッター特性、第 15 回風工学シンポジウム、1998.12