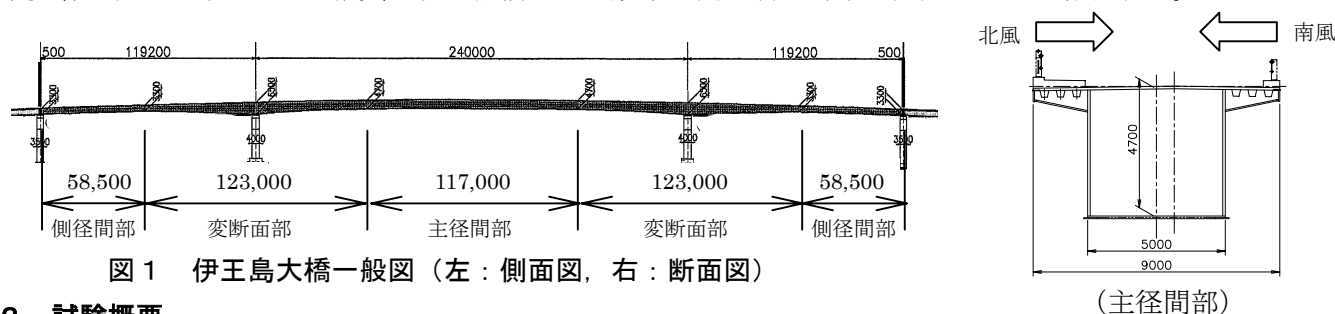


伊王島大橋（仮称）の耐風安定性検討について

長崎県 松尾 善章 藤田 武彦 岩村 栄樹
 三菱重工業(株) 正会員 今金 真一 正会員 本田 明弘
 三菱重工業(株) 正会員 斎藤 通 ○正会員 杉山 貞人

1. 目的

図1に示す伊王島大橋は長崎市伊王島町と同市香焼町を結ぶ中央支間 240mの3径間連続鋼床版箱桁として計画されている。本橋は表1に示すように国内でも最長クラスの箱桁橋である上に2車線構成であるため、幅員に対して支間長が長くスレンダーな構造となり、低風速から空力振動が発生する可能性がある。本稿では、今後増加すると考えられる幅員の狭い桁橋のより効果の高い制振対策の開発について報告する。



2. 試験概要

本橋は橋軸方向に桁高が変化するため、縮尺1/50の3次元弾性体模型を使用した。気流条件は一様流とし、風向は北風、南風、迎角は 0° ， $\pm 3^\circ$ とした。表2に振動諸元を示す。机上検討より設計風速（54m/s）以下で発生することが予想された鉛直8次モード，ねじれ1次モードを再現して試験を実施した（ただし、ねじれの渦励振は発生しなかったため、本稿に掲載していない）。また対数減衰率は箱桁橋の実橋振動試験結果を勘案し $\delta = 0.02$ としている。

表1 長大桁橋

Name	Country	Main span	Deck width	Main span / Deck width
Stolmasundet	Norway	301	9	33
Ponte Costa e Silva	Brazil	300	26.6	11
海田大橋	Japan	250	15.5	16
なみはや大橋	Japan	250	11.9	21
伊王島大橋	Japan	240	9	27

表2 振動の諸元

モード 次数	モード形状 -----:解析値 ○:実測値	実橋		モード 次数	モード形状 -----:解析値 ○:実測値	実橋	
		等価 質量 m_{eq} (t/m)	振動数 f_p (Hz)			等価 質量 m_{eq} (t/m)	振動数 f_p (Hz)
T1 鉛直 1次 モード		10.20	0.286	T5 鉛直 5次 モード		9.04	1.204
T2 鉛直 2次 モード		18.11	0.563	T6 鉛直 6次 モード		10.42	1.936
T3 鉛直 3次 モード		23.67	0.610	T7 鉛直 7次 モード		10.18	2.375
T4 鉛直 4次 モード		8.78	0.809	T8 鉛直 8次 モード		8.62	2.853

写真1 風洞試験状況（北風）

3. 試験結果

①現状試験（図2）

いずれの風向・迎角においても、風速12m/s程度からギャロッピングが確認された。無次元風速(U/fD)に換算すると8.25となり、下記に示す完全剥離型渦励振の推定式¹⁾の値(8.07)にほぼ一致する。

$$U/fD = 0.845 \exp(B/D) + 3.255$$

ただし、 U : ギャロッピング発現風速 (12.2m/s), f : 1次モードの固有振動数, B : 幅員, D : 桁高

キーワード 箱桁, 風洞試験, 渦励振, ギャロッピング, 制振対策

連絡先 〒851-0392 長崎県長崎市深堀町5-717-1 三菱重工業(株) 長崎研究所 流体研究室 TEL 095-834-2842

②ギャロッピング対策試験（図3）

表3に示すギャロッピング対策断面より、照査風速内でギャロッピングが制振されることが明らかとなった。本対策では、桁下部のみならず桁上部にも水平プレートが必要になった理由として、2車線構成であるため1）細長い構造になり固有振動数が小さく高い無次元風速まで制振する必要がある事、2）幅員に対して桁高が厚く Bluff な断面になり簡便な対策では流れの制御が困難である事などが考えられる。

ただし、従来のプレートによる対策では、ギャロッピングは止まるものの、各モードで有害な渦励振が残り、数多くのTMDが必要になるが、本対策では、各モードで2つの渦励振が発生するもののその振幅は小さく、制振対策が簡便になることが予想される。この要因として、本対策は橋軸方向にプレートの枚数を変化させているため、主径間部（上部プレート設置）では完全剥離型渦励振に近い流れとなり、側径間部・変断面部（上部・下部プレート設置）では前縁剥離型渦励振に近い流れとなったことが考えられる。なお、2つの渦励振の発現無次元風速は完全剥離型、前縁剥離型渦励振で推定される無次元風速にほぼ対応する。

③渦励振対策試験（図4）

1次モードの渦励振の発生振幅が100mm以上、4次、5次モードの渦励振の発生加速度が100gal以上になることが確認されたため、空力的対策（フラップ）と構造的対策（TMD）の両面から制振対策を検討した。

表3に示す側径間部と変断面部にフラップを取り付けた渦励振対策断面より耐風性を満足することが明らかとなった。また、TMDを想定した一様流中の減衰付加試験では、構造減衰が $\delta = 0.04$ 程度あれば、上記モードの耐風性を満たすことが明らかとなった。

4. まとめ

- ・現状断面では風速12m/s付近からギャロッピングが発生した。
- ・ギャロッピングに対しては桁上部、下部に水平プレートを設置することで、渦励振に対してはフラップあるいはTMDを設置することで耐風性を満足することが明らかとなった。
- ・本橋の制振対策の採用に関しては、今後、自然風中の実橋を想定した詳細検討により決定していく予定である。

参考文献 1) 斎藤, 本田, ”長大箱桁橋の耐風性及び制振対策法について”, 構造工学論文集 Vol.36A, 1990

表3 対策断面

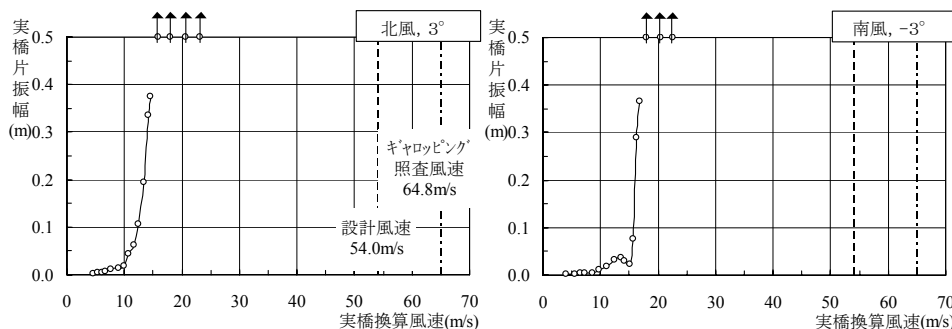
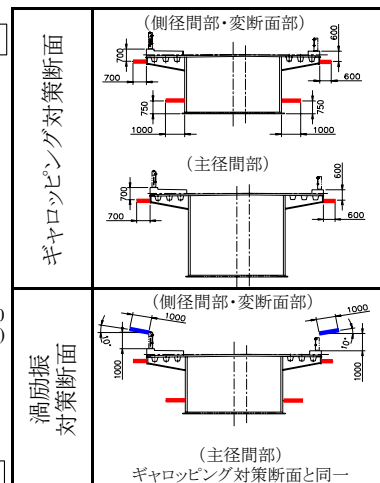


図2 現状試験結果

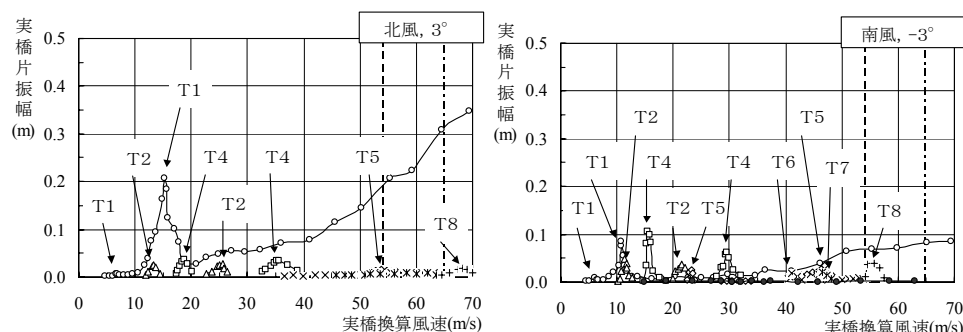


図3 ギャロッピング対策試験結果

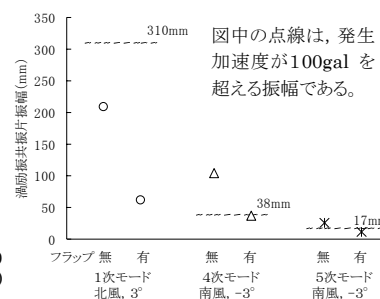


図4 渦励振対策試験（空力的対策）