

瀬戸大橋トラス補剛桁のオープングレーチング閉塞の影響調査

横浜国立大学 学生員 ○内藤将志
横浜国立大学 フェロー 山田 均

横浜国立大学 正会員 勝地 弘
本州四国連絡高速道路(株) 正会員 楠原栄樹

1. はじめに

本州と四国を結ぶ瀬戸大橋の吊橋群は、トラス補剛桁の上側を通る上路床版を道路が、内側を通る下路床版を鉄道が通過する二層構造の道路鉄道併用橋となっている。また耐風安定性を高めるために上路床版のうち中央分離帯と路肩部分の一部がオープングレーチングとなっている。供用後、30年近くが経過し、塗装塗り替え等の維持管理作業において、一時的にオープングレーチングを閉塞することが想定され、耐風安定性への影響が懸念されている。

そこで、本研究では、南備讃瀬戸大橋トラス補剛桁を対象として、オープングレーチングの閉塞状態を変更した2つの断面に対して、部分模型を用いた2自由度バネ支持風洞実験を行い、振動応答特性を把握するとともに、自由振動法による非定常空気力係数の測定とフラッター解析によるオープングレーチングを部分的に閉塞した場合の耐風安定性への影響についての検討を行った。

2. 風洞実験による耐風性状の把握

2.1 2自由度バネ支持実験

本研究では、鉛直たわみ方向とねじれ方向の2自由度バネ支持装置を用いて、縮尺1/80の2次元部分模型による一様流試験を行った。風洞は、横浜国立大学の回流式風洞を用い、測定部高さ1.8m、幅1.8mである。

実験ケースは、中央分離帯、路側帯ともにオープングレーチングを配したCase 1、中央分離帯のオープングレーチングを閉塞したCase 2の2断面とした。

表1にバネ支持実験条件を示す。実験結果の一例として、Case 1, 2の迎角0度でのねじれ振動応答を図2

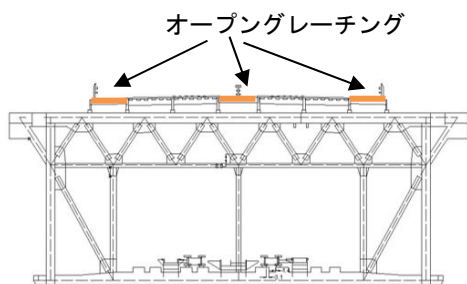


図1 補剛桁断面

に示す。また、迎角-3度、+3度の結果をあわせて、フラッター限界風速を図3に示す。Case 1では、フラッター照査風速79.1m/sを上回るが、Case 2では、特に正の迎角において大きくフラッター限界風速が低下することが判る。

表1 バネ支持実験条件

		実橋	模型計測値
主構幅 B (m)		30.0	0.375
主構高 D (m)		13.0	0.1625
質量 m (kg/m)		40.63×10^3	6.476
極慣性モーメント (kgm ² /m)		$7,630 \times 10^3$	0.1825
固有振動数 (Hz)	たわみ	0.166	1.869
	ねじれ	0.329	3.296
対数減衰率	たわみ	0.03	0.0322
	ねじれ	0.03	0.0263

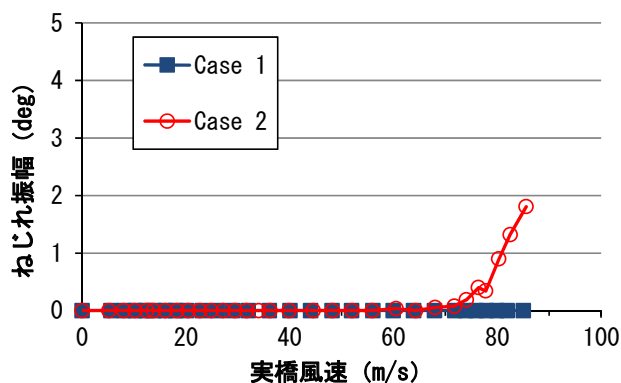


図2 ねじれ振動応答（迎角0度）

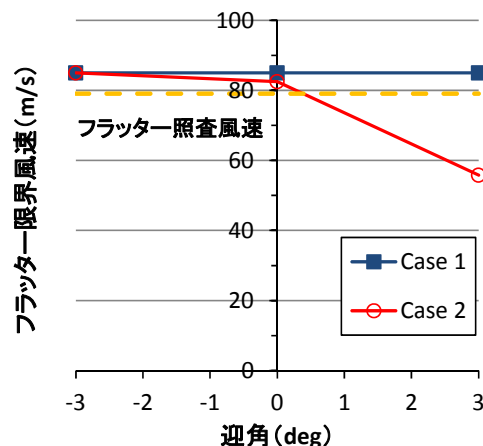


図3 フラッター限界風速

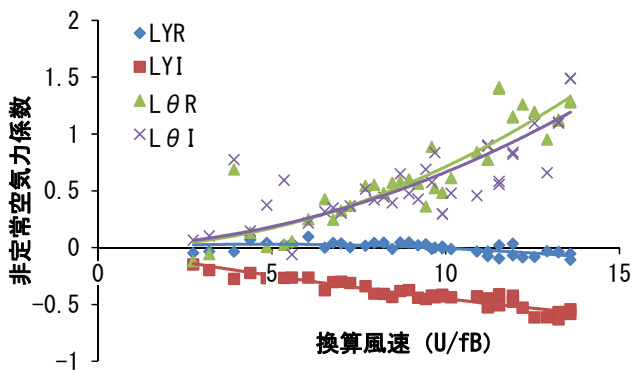
2.2 非定常空気力係数

バネ支持実験と同じ部分模型を用いて、自由振動法¹⁾にて、たわみ y 、ねじれ運動 θ に伴う揚力、空力モーメントに関する非定常空気力係数を同定した。非定常空気力係数は、式(1)、(2)に示す定式化を用いた。

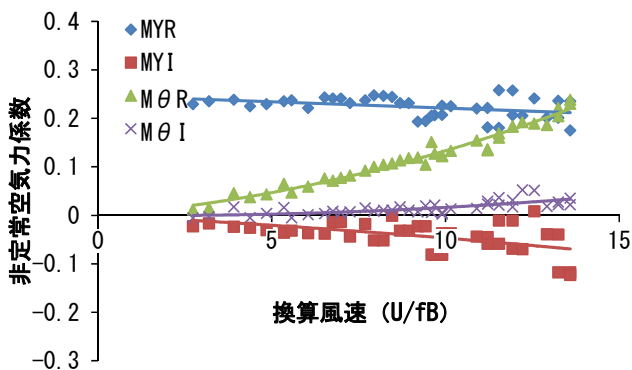
図4に Case 1, 迎角0度での非定常空気力係数を示す。なお、非定常空気力係数は、Case 1, 2 に対して、迎角 -5 度～+5 度まで、1 度ピッチで計測した。自由振動法のため、同定結果に若干のばらつきがあるが、概ね安定した結果が得られている。

$$L = \pi \rho B^3 \omega^2 \left[L_{yR} \frac{y}{B} + L_{yI} \frac{\dot{y}}{B\omega} + L_{\theta R} \theta + L_{\theta I} \frac{\dot{\theta}}{\omega} \right] \quad (1)$$

$$M = \pi \rho B^4 \omega^2 \left[M_{yR} \frac{y}{B} + M_{yI} \frac{\dot{y}}{B\omega} + M_{\theta R} \theta + M_{\theta I} \frac{\dot{\theta}}{\omega} \right] \quad (2)$$



(1) 揚力係数



(2) 空力モーメント係数

図4 非定常空気力係数 (Case 1, 迎角0度)

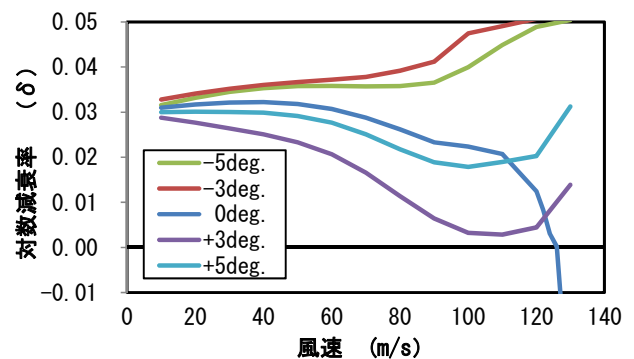
3. フラッター解析

求めた非定常空気力係数を多項式によって近似し、フラッター解析に適用した。なお、係数の近似については、2次元フラッター解析を行い、バネ支持実験結果と整合することを確認した。

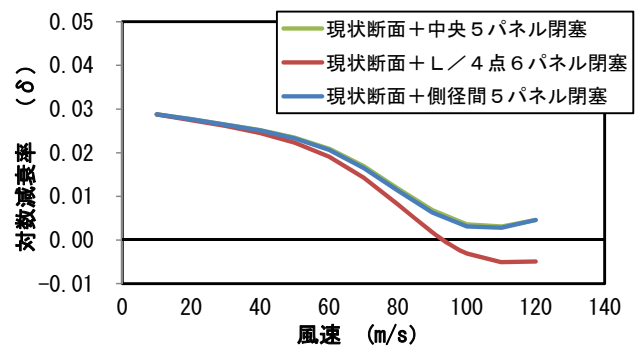
実橋でのオープングレーチング閉塞の影響を調査するために、南備讃瀬戸大橋の立体骨組みモデルを用いて、モード法による3次元フラッター解析を実施した。フラッター解析では、別途計測を行った3分力係数を

用いて、風荷重変形を考慮した。解析に用いるモード数は、事前の検討により、ねじれ逆対称1次モードを含む25次までとした。

まず、全断面 Case 1 での各迎角での解析結果を図5(1)に示す。バネ支持実験結果と対応して、正の迎角でフラッター限界風速が低下することが判る。また、Case 1 断面 (迎角+3度) をもとに5パネル程度のオープングレーチングを閉塞した場合の解析結果を図5(2)に示す。これより、中央径間 L/4 点付近の影響が大きいことが判るが、依然としてフラッター照査風速を上回っており、この程度の閉塞であれば耐風安定性上は問題ないと言える。なお、L/4 点付近の影響が大きい理由は、ねじれ逆対称1次モードの寄与が大きいことによる。



(1) 全断面 Case 1



(2) オープングレーチング閉塞断面 (迎角+3度)

図5 3次元フラッター解析結果

4. 結論

南備讃瀬戸大橋を対象にオープングレーチングを閉塞することによるフラッターへの影響をバネ支持実験、フラッター解析によって調査した。その結果、5パネル程度の閉塞であれば、耐風安定性上は問題ないことが判った。

参考文献

- 1) 山田均, 宮田利雄, モード分解再構成法による三次元非定常空気力係数測定に関する研究, 土木学会論文集, No. 543/I-36, pp.209-216, 1996.