

維持管理性を考慮した長大橋耐風安定性の再検討

横浜国立大学大学院 学生会員 ○清水 勇作
 横浜国立大学教授 フェロー 勝地 弘
 本州四国連絡高速道路(株) 正会員 竹口 昌弘

1. はじめに

1983年に架設された、本州四国連絡橋の吊橋である因島大橋は2層構造になっており、上路床板には自動車道、下路には歩道と自動車道が設置されている。現在は、上路の一部（中央分離帯と路肩部分）が耐風安定性向上のためにオープングレーチングが設置されているが、オープングレーチング直下の鋼床版縦桁支承部は雨水や凍結防止剤などの腐食因子が流下により腐食しやすい環境にある。実際に、耐風安定性を考慮したことによって、腐食が進み、部材の交換を余儀なくされた橋梁も存在する。

現在、因島大橋を管理する本州四国連絡高速道路株式会社（以下、本四高速）において将来的に上路床板のオープングレーチングの一部を閉塞することが検討されている。オープングレーチングの閉塞は一般的に耐風安定性の低下につながり、フラッター発現風速を低下させる。オープングレーチングを閉塞しただけの断面については、部分模型を用いた風洞試験では耐風安定性を満たさないということが判明した。そのため、本研究では、設計時から耐風安定性に影響を及ぼすと考えられていた落下物防止板の高さについての再検討、さらにセンターバリアの設置について、因島大橋の部分模型を用いて風洞試験を行い、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を調査することを目的とした。



図1 オープングレーチングと落下物防止板

2. 研究の流れ

風洞試験は横浜国立大学所有の水平回流式ゲッチング型風洞（測定部寸法：W1.8m×H1.8m×L17.7m）において実施する。たわみとねじれの2自由度にバネ支持された縮尺1/70の部分模型を用いて、各断面ケースについて耐風応答試験を行う。落下物防止板の高さの影響とセンターバリア（1.2m）の効果を確認し、効果が不十分であれば、フラッター解析によりオープングレーチング全体のうち、橋軸方向に考えてどの程度なら塞ぐことができるかを検討する。落下物防止板の高さの影響については、基本断面においてのみ検討し、その際に最も耐風安定性が高かった高さを以降の実験にも採用する。センターバリアについての検討は右の2ケースで行う。

中央閉塞＋センターバリア

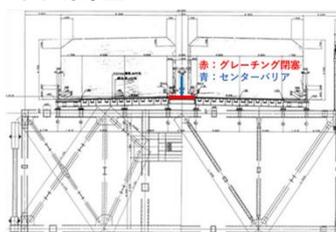


図2 グレーチング中央閉塞＋センターバリア 断面図

全閉塞＋センターバリア

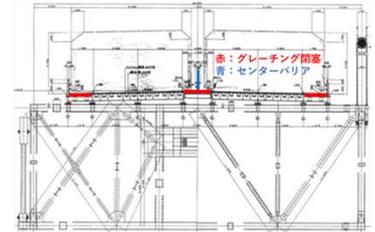


図3 グレーチング全閉塞＋センターバリア 断面図

3. 耐風応答試験

耐風応答試験結果を図4,5に示す。耐風応答試験より、落下物防止板が比較的高い時は負の迎角での耐風安定性が低く、落下物防止板なしでは正の迎角での耐風安定性が低くなるということが判明した。加えて、現在の高さである200mmが最適な高さであるということが分かった。センターバリアに関しては、設置しても正の迎角では、中央閉塞、全閉塞ともに耐風安定性を満足しないということが判明した。しかし、迎角0°においては、センターバリアなしで満足しなかった耐風安定性を、センターバリアを設置したことによって満足した。

キーワード 風洞試験, オープングレーチング, センターバリア, フラッター解析

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 横浜国立大学都市イノベーション学府 TEL045-339-4041

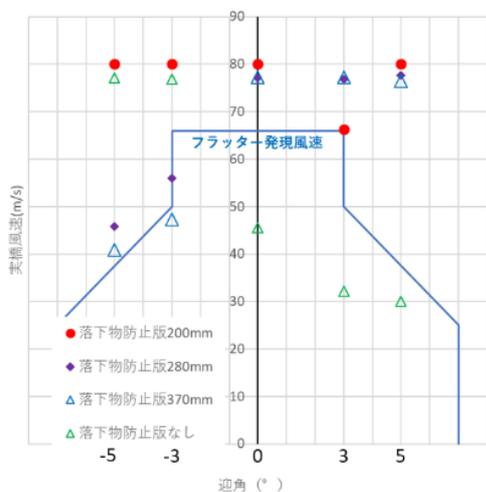


図 4 落下物防止版 耐風応答試験の結果

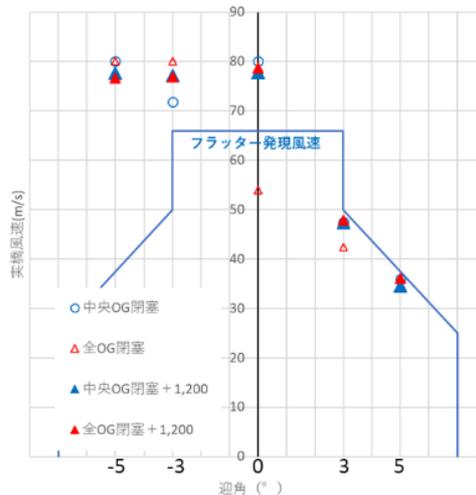


図 5 センターバリア 耐風応答試験の結果

4. フラッター解析

耐風応答試験から、落下物防止板高さの変更やセンターバリア設置はオープングレーチングを全て閉塞する対策として不十分である。そのため、非正常空気力係数を計測し（ $-5 \sim +5^\circ$ ， 1° ピッチ），簡易モデルを用いたフラッター解析によって耐風安定性の検討を行うこととした。ここでは、基本断面とセンターバリアを設置したオープングレーチング全閉塞断面を図6のように組合せて解析し、オープングレーチング閉塞可能区間の概略検討を行った。耐風応答試験でクリティカルであった迎角 $+3^\circ$ の非正常空気力係数を用いて解析した結果を図7に示す。これより、両端から約80%区間のオープングレーチングが閉塞できる可能性があることが分かった。今後、さらに詳細な解析モデルを用いて、静的変形の考慮なども考慮したフラッター解析により、オープングレーチングの閉塞可能区間の評価を行う予定である。

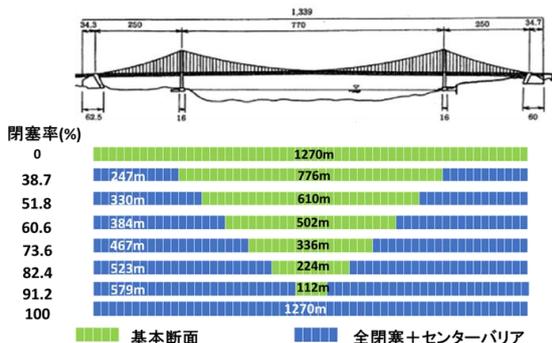


図 7 オープングレーチング閉塞組合せ

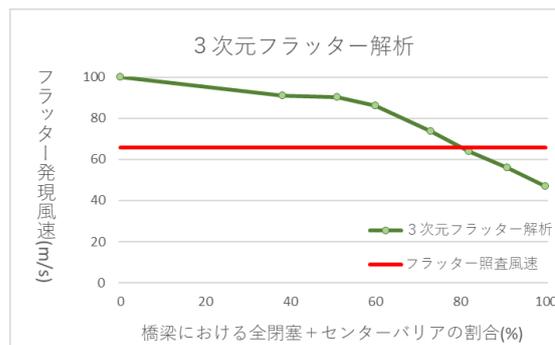


図 6 全橋フラッター解析結果

5. まとめ

一連の研究より、以下の結論を得た。

- 1) 落下物防止板は耐風安定性に大きく影響し、維持管理において重要である。また、現在の高さが最適である。
- 2) 因島大橋においては、センターバリアの設置は、正の迎角への耐風安定性向上の効果は小さい。
- 3) 迎角 3° においては、センターバリアを設置すれば両端から約80%のオープングレーチングが閉塞できる可能性がある。

参考文献 1) 楠原栄樹, 福永勸, 遠山直樹: 門崎高架橋耐風安定性の再検証, 2010. 2) 佐藤弘史: 超長大橋の耐風安定性確保に関する基礎的検討, 第13回風工学シンポジウム論文集, 1994. 3) 本州四国連絡橋 因島大橋工事誌, 本州四国連絡橋公団財団法人海洋架橋調査会, 1985. 4) 勝地弘: 橋梁における設計風速評価の変遷と現状, 日本風工学会誌 Vol. 41, No. 147, 2016. 5) 本州四国連絡橋耐風設計基準 (1976)・同解説, 本州四国連絡橋公団, 1976. 6) 本州四国連絡橋技術調査報告書【付属資料1】, 耐風設計指針 (1967) 及び同解説, 土木学会・本州四国連絡橋技術調査委員会, 1967. 7) 谷本大地, オープングレーチングを有する長大吊橋の耐風レトロフィットに関する検討, 横浜国立大学卒業論文, 2019.