

合理化桁の耐風安定性についての調査・研究

京都大学大学院 フェロー 松本 勝¹
 阪神高速道路公団 正会員 秦 健作²
 阪神高速道路公団 正会員 宇野 巧³

1 はじめに

近年の土木構造物にかかるコスト縮減への要請から、橋梁建設においては、それに対する回答としての各種合理化桁が本格的に採用されはじめた。長大橋梁についても例外ではない。ただし、長大橋梁においては、耐風安定性の確保が重要となる。本文では、合理化桁としての鋼 2 箱桁断面を想定し、耐風付加物の有無による、たわみ 1 自由度振動応答及びねじれ 1 自由度振動応答への影響について、風洞試験を通じて検討した結果を述べる。

2 斜張橋及び主桁の概要

検討の対象とした橋梁は図 1 に示す中央支間長約 600m・側径間長各約 270m の斜張橋である。桁構造を図 2 に示すが、端部に主桁として鋼箱桁を配し、床版には PC 床版を使用した 6 車線の合成構造とし、建設及び維持管理コストの低減を狙ったものである。

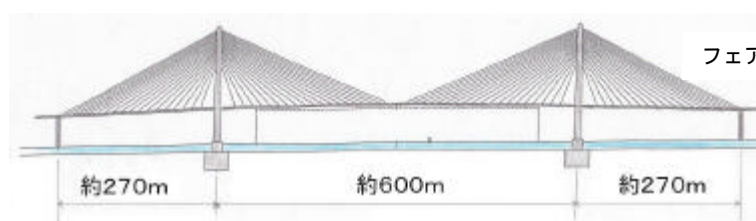


図 1 検討対象斜張橋

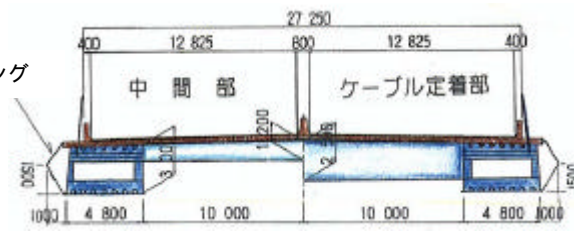


図 2 検討対象桁断面

3 風洞試験

3-1 試験概要

風洞試験は、耐風付加物を有しない断面（基本断面）と、耐風付加物として整流板（フェアリング）を取りつけたフェアリング付き断面の 2 種について実施した。事前に基本断面をもつ全体系についての固有値解析を行い、等価質量、等価極慣性モーメントが最小となる 1 次及び 10 次モードをそれぞれ鉛直たわみ、ねじれの対象モードとした。試験は 100 分の 1・スパン 90cm の模型を対象に行い、試験装置の制約から、バネ支持試験は鉛直たわみ及びねじれの各 1 自由度で行った。気流は一樣流及び格子乱流（主流方向の乱れ強さ $I_U=6.5\%$ ）の 2 種とした。

3-2 たわみ 1 自由度振動応答

まず、たわみ 1 自由度振動応答について風洞試験を行い、振幅・周波数等を計測した。風速と最大倍振幅の関係を図 3.1 及び 3.2 に示す。迎角 0 の場合、同風速で比較すると、一樣流中に比して格子乱流中が最大倍振幅が大きくなる。迎角 -3° のケースでは、一樣流中の実橋風速約 10m/s 付近で基本断面において発生している比較的大きなたわみ渦励振が、フェアリング付き断面では発生しなかった。また同条件で 30m/s を越えた場合、フェアリング付き断面と基本断面の最大倍振幅の差が顕著となった。よって、この場合にはフェアリングの制振効果が発揮される結果となった。

キーワード 長大斜張橋，合理化桁，耐風付加物，風洞試験，渦励振

- 1 連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 Tel：075-753-5091
 2 連絡先：〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路公団工務部設計課，Tel：06-6252-8121
 3 連絡先：〒650-0044 神戸市中央区東川崎町 1-3-3 阪神公団神戸第二建設部調査課，Tel：078-360-8129

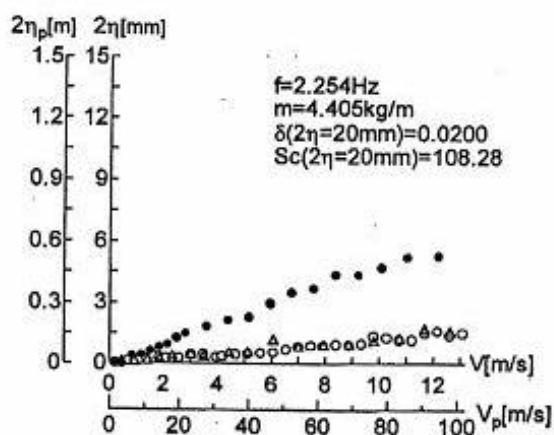


図 3.1 たわみ 1 自由度振動応答（迎角なし）

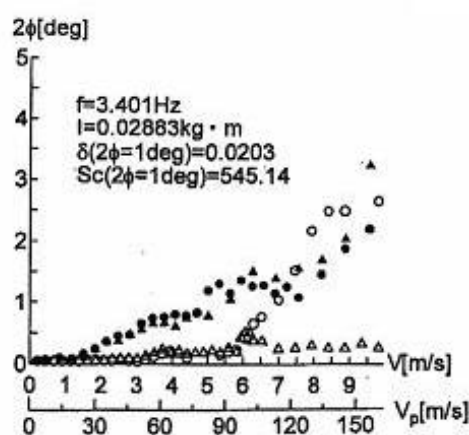


図 3.3 ねじれ 1 自由度振動応答（迎角なし）

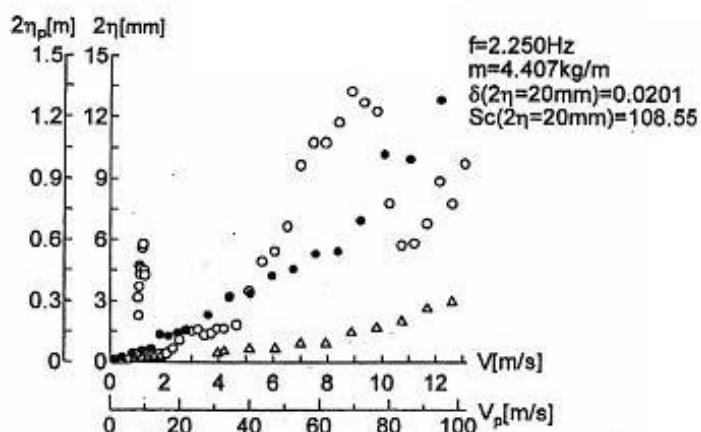


図 3.2 たわみ 1 自由度振動応答（迎角-3°）

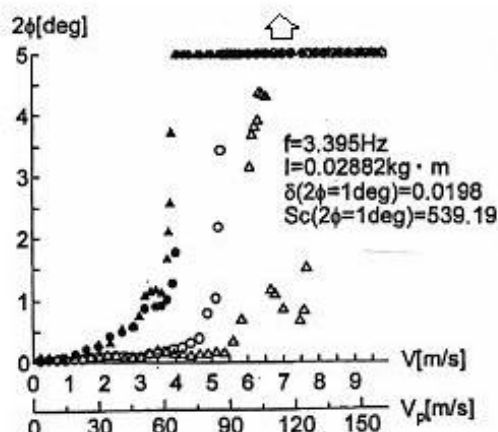


図 3.4 ねじれ 1 自由度振動応答（迎角-3°）

図 3 たわみ及びねじれ 1 自由度振動応答（V：風洞風速，V_p：実橋風速，2η・2φ：最大倍振幅）

○：基本断面・一様流，△：フェアリング付き断面・一様流，●：基本断面・乱流，▲：フェアリング付き断面・乱流

3-3 ねじれ 1 自由度振動応答

次にねじれ 1 自由度振動応答実験を実施した。その結果得られた風速と振幅の関係を図 3.3 及び 3.4 に示す。過去の実験・解析結果より、迎角 0° の一様流中では、基本断面の実橋風速 105m/s 付近から連成フラッターの発現が確認されており、高風速域での振動応答には、この影響が現われているものと推察される。今後、フェアリング付き断面と併せ、非定常空気力係数を用いたフラッター解析を通じて、2 自由度応答挙動について詳細な検討を加える予定である。迎角が -3° のケースでは、乱流中の実橋風速 60m/s 以上において、最大倍振幅が 5° を越える結果が記録された。これは、過去の計測結果より、ねじれフラッターであると判断される。

4 おわりに

本試験を通じて、たわみ 1 自由度応答の計測結果から、フェアリングの制振効果が確認できたのに対し、ねじれ振動、特に乱流中では効果が認められなかった。今後は、フェアリングの形状を改善し、さらに耐風安定性に優れた断面を開発することが望まれる。

（謝辞） 本論文を作成するにあたり、風洞試験及び諸解析を通じて、貴重なデータを提供していただいた白土博通助教授、八木知己助手らをはじめとする京都大学工学研究科環境地球工学専攻の皆様へ深くお礼申し上げます。

（参考文献） ・阪神高速道路公団・京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻気圏工学講座：
“乱流中の長大斜張橋の耐風安定性に関する調査研究”，平成 11 年 3 月